



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# ROBOTTISOLUN PORAUSASEMAN SUUNNITTELU

Jarkko Salo

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2016  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

SALO, JARKKO:  
Robottisolun porausaseman suunnittelu

Opinnäytetyö 70 sivua, joista liitteitä 30 sivua  
Tammikuu 2016

---

Tämä opinnäytetyö on tehty AGCO Powerin Linnavuoren tehtaan tuotannonkehitysosastolle. Työhön kuului porausaseman mekaaninen suunnittelu sekä turvallisuuden parantaminen Euroopan yhteisön konedirektiivin vaatimusten mukaiseksi. Työn tarkoituksena oli lyhentää robottisolun porausaseman asetusaikoja ja parantaa sen turvallisuutta. Vanha porausasema korvattiin uudella ja se sijoitettiin samalle paikalle robottisoluun. Työssä tutkittiin usean eri valmistajan porausyksiköitä ja valittiin niistä sopivin vaihtoehto AGCO Powerin tarpeisiin.

Tutkimustulosten perusteella porausasemaan valittiin SUHNER BEM 6 -merkkiset porausyksiköt. Porausyksiköiden tarkoituksena on porata hammasakseleihin kaksi halkaisijaltaan 3 mm:n voitelureikää vastakkaisille puolille akselia. Turvallisuuden parantamiseksi porausasema eristettiin turvaverkoilla muusta solusta ja avonaiselle sivulle, josta robotti panostaa konetta, asennettiin turvavaloverho. Työkaran ympärille suunniteltiin ohutlevystä suojapelti, jonka tarkoituksena on estää sormien joutuminen vaara-alueelle, työstölastujen ja poran rikkoutuessa sen palasien sinkoutuminen ympäristöön sekä leikkuunesteen roiskuminen hallitsemattomasti. Porausasemalla porataan yhdeksää erikoista hammasakselia, joten koneelle täytyi suunnitella useita eri säätömahdollisuuksia, jotka toteutettiin liikeakseleilla. Koneenosien suunnittelussa kiinnitettiin huomiota kulu- tusalttiiden osien ominaisuuksien parantamiseen. Nämä osat käsiteltiin hiilitypetyksellä. Opinnäytetyöhön ei sisällynyt porausaseman käyttöönottoa, joten tietoa lopullisesta vaikutuksesta asetusaikeisiin ei ole.

Työstöarvojen kasvattamiseksi porausasemassa voitaisiin käyttää pikateräsporien sijaan kovametalliporia. Tämä kuitenkin edellyttäisi, että koneen karan suuntainen liikeakseli toimisi esimerkiksi servomoottorilla, jotta syöttöliike saataisiin liikkumaan tasaisella ennalta määrätyllä nopeudella ja akselin paikkatieto olisi käytettävissä. Tällä hetkellä syöttöliike toimii paineilmatoimisesti, joten syöttönopeus ei ole tarpeeksi hyvin hallittavissa, jos käytettäisiin kovametalliporia. Työkaran pyöritysmoottori voitaisiin vaihtaa jarrulliseen moottoriin, jolloin hätäpysäytystilanteessa työkaran pyörintä pysähtyisi nopeammin.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Modern Production Systems

JARKKO SALO:

Planning of the drilling station of the robot cell

Bachelor's thesis 70 pages, appendices 30 pages  
January 2016

---

This thesis commissioned by the production development department in AGCO Power. The purpose of the work is to replace the old drilling station of the robot cell with a new one so that setting times will be reduced. Another target was to improve machine safety to meet the EC machine directive 2006/42/EC.

A machine named SUHNER BEM 6 was chosen as a drilling unit of the drilling station as a result of the background assessment done. Data collection and its analysis were used as a research method. The task of the drilling unit is to drill two holes having diameter of three millimeters to the opposite sides of toothed shaft. Several different motion axes were designed in the drilling station to achieve better adjustment properties.

The mesh panels were designed around the drilling station and the safety light curtain to open side of machine which are required in EC machine directive. Furthermore, it was designed a sheet metal protection plate around moving spindle. All the planned parts were modeled with Autodesk inventor 3D CAD program.

As a development idea the motor of the spindle of the drilling unit could be changed to a motor with brake to shorten the response time of the machine. Another development idea is to change the high speed steel drills to hard metal drills but this would require bigger structural changes in the drilling station. With the hard metal drills there is higher cutting speed compared to the high speed drills, so the lead time could be shortened.

---

Key words: robot cell, drilling station, drilling unit, machine directive

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	AGCO POWER.....	6
3	EY:N KONEDIREKTIIVI.....	7
	3.1 Koneen määritelmä .....	8
	3.2 Koneen valmistajan velvoitteet.....	8
	3.3 EY:n vaatimustenmukaisuusvakuutus .....	10
	3.4 Tekninen tiedosto.....	11
4	ROBOTTISOLU .....	13
	4.1 Robottisolun turvallisuus .....	14
	4.2 Robottisolun suunnittelu .....	15
5	PORAUSASEMA .....	17
	5.1 Nykyinen porausasema .....	18
	5.2 Uusi porausasema .....	20
	5.2.1 Purros porausyksikkö .....	21
	5.2.2 Sugino porausyksikkö .....	21
	5.2.3 Suhner porausyksikkö .....	22
6	PORAUSASEMAN SUUNNITTELU.....	24
	6.2 Akseleiden suunnittelu.....	26
	6.3 Rungon suunnittelu .....	28
	6.4 Paikoitussylinterin suunnittelu.....	29
	6.5 Terärikon valvonnan suunnittelu .....	30
	6.6 Turvallisuuden suunnittelu .....	32
7	PORAUSASEMAN TIEDOT .....	34
	7.2 Akseleiden liikematkat .....	35
	7.3 Suhner BEM 6 .....	36
	7.4 Valoverhojen toiminta .....	37
8	POHDINTA.....	38
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET .....	41
	Liite 1. Suhner BEM6 tekninen tiedosto (Suhner 2011) .....	41
	Liite 2. Porausaseman kokoonpanokuva .....	69
	Liite 3. Porausaseman turvalaitteiden kokoonpanokuva .....	70

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää AGCO Powerin robottisolun toimintavarmuutta ja turvallisuutta. Opinnäytetyöhön kuuluu uuden porausaseman mekaniikkasuunnittelu ja turvallisuuden parantaminen, jotta se saadaan vastaamaan Euroopan yhteisön konedirektiiviä. Koneen suunnittelussa kiinnitetään huomiota koneen asetusaikeiden lyhentämiseen ja jalostavan työn käyttöasteen kasvattamiseen.

Vanha porausasema korvataan uudella ja nykyaikaisemmilla asemalla. Uudella porausasemalla on tarkoitus saada lyhennettyä koneen asetusaikeita, jotka ovat olleet nykyisellä laitteella liian suuria. Uuden porausaseman suunnittelussa kiinnitettiin huomiota koneen tukevuuteen ja osien kulutuksen kestävyysasteeseen. Koneen turvallisuutta parannettiin suunnittelemalla koneen ympärille suoja-aidat, sekä estämällä pääsy porausyksikön liikkuvien osien lähelle. Uusi porausasema ja sen komponentit mallinnettiin Autodesk Inventor 3D CAD -ohjelmistolla.

Työssä vertaillaan eri valmistajien porausyksiköiden sopivuutta AGCO:n tarpeisiin ja valitaan sopivin vaihtoehto. Porausyksiköille tarvitaan laajat säätömahdollisuudet, jotta niillä pystytään koneistamaan erikokoisia hammasakseleita. Porausyksiköillä porataan reikiä yhdeksään erikokoiseen akseliin. Akselien halkaisijat ja korkeudet vaihtelevat paljon, joten porausyksikön akseleiden liikematkojen täytyy olla tarpeeksi suuret. Koneen liikeakselit jouduttiin osittain suunnittelemaan itse, sillä valmiskomponentteina ei ollut saatavilla tarpeeksi tukevia vaihtoehtoja.

Uudesta porausasemasta muodostuu mitoiltaan suurempi kuin vanhasta, mutta se sijoitetaan kuitenkin vanhan aseman paikalle robottisoluun. Uudelle asemalle lasketaan suositeltavat työstöarvot, jotka eroavat tällä hetkellä käytössä olevista arvoista. Porausaseman etupuolelle sijoitettavan turvalaiteverkon turvaetäisyyden vuoksi uusi porausasema on sijoitettava robottisolussa vanhaa asemaa kauemmaksi panostavasta robotista. Robotin toimintakyky riittää kuitenkin panostamaan porausasemaa ja turvaverkon turvaetäisyysehto täyttyy uuden aseman sijoituspaikallakin, koska koneen vaara-alueeseen jää vielä runsaasti etäisyyttä.

## 2 AGCO POWER

AGCO on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden kehittäjä ja valmistaja. AGCO:lla on lukuisia tunnettuja tuotemerkkejä, joista Massey Ferguson on kuuluisin ja yksi maailman myydyimmistä traktorimerkeistä. Muita konsernin tuotemerkkejä ovat muun muassa Fendt, Challenger, Valtra, Gleaner ja Hesston. AGCO:n tuotteita myydään yli 140 maassa ympäri maailman. (AGCO Power 2015)

AGCO Power on osa AGCO -konsernia, johon se fuusioitui yrityskaupassa vuonna 2004. AGCO Power valmistaa dieselmoottoreita, hammaspyöriä ja -vaihteistoja Nokian Linnavuorella, sekä dieselgeneraattoreita ja -pumppuja Tampereen Tesomalla. AGCO Power työllistää Suomessa noin 700 henkilöä. AGCO:lla on moottorinvalmistusta myös Brasiliassa ja Kiinassa. AGCO on investoinut kymmeniä miljoonia euroja Linnavuoren tehtaan automatisoimalla tuotantoa, sekä rakentamalla uuden moottoritehtaan. Uuden tehtaan myötä AGCO Powerin tuotantokapasiteetti on noussut 50 000 moottoriin vuodessa. AGCO:n vuosittainen moottorien tarve on 75 000, joten konsernin muut moottoritehtaat valmistavat merkittävästi vähemmän moottoreita kuin Linnavuoren tehdas. (AGCO Power 2015)

Moottoreita on valmistettu Linnavuoren tehdasalueella yli 70 vuotta. Aluksi tehtaalla valmistettiin moottoreita lentokoneteollisuuden tarpeisiin. Dieselmoottoreiden valmistus aloitettiin vuonna 1946. Ensimmäinen traktorinmoottori tuotannossa oli Valmet 15 merkisen traktorin kaasutinmoottori. Tämän jälkeen moottorit on kehitetty vastaamaan tehoiltaan ja päästöiltään tämän päivän vaatimuksia. Uusia moottoriperheitä suunnitellaan ja kehitellään jatkuvasti, sillä moottoreiden päästönormeja on tiukennettu huomasti viime vuosina. (AGCO Power 2015)

Linnavuoren tehtaalla on ollut useita eri nimiä vuosien varrella. Tehdas aloitti toimintansa Valtion lentokonetehtaana. Myöhemmin nimi vaihtui Valmetiksi. Vuonna 1994 diesel-tuotteet ja tehdasautomaatio siirtyivät Sisun omistukseen, josta tehdasautomaatio myytiin Mercantilelle vuonna 1995. Tehdasautomaatioyksikkö tunnetaan nykyään nimellä Fastems. Sisu jatkoi dieseltuotteiden valmistamista Sisu diesel nimellä aina AGCO:n yrityskauppaan saakka, jonka jälkeen tehtaan nimeksi tuli AGCO Sisu Power. Tänä päivänä tehdas tunnetaan AGCO Powerina. (AGCO Power 2015)

### 3 EY:N KONEDIREKTIIVI

Porausaseman suunnittelun lähtökohtana oli, että se tulee vastaamaan turvallisuudeltaan EY:n konedirektiivin vaatimuksia. EY:n konedirektiivi tunnetaan Suomen lainsäädännössä koneasetuksena (VNa 400/2008). Konedirektiiviä sovelletaan myös muihin tekniisiin laitteisiin kuin koneisiin, kuten esimerkiksi nostoapuvälineisiin, nivelakseleihin ja turvakomponentteihin.

Konedirektiivi velvoittaa koneen valmistajaa ottamaan koneen suunnittelussa huomioon riskianalyysissä saadut tulokset. Riskianalyysi suoritetaan jokaiselle valmistettavalle koneelle ja siinä arvioidaan minkälaisia vaaroja koneesta voi aiheutua käyttäjien tai muiden ulkopuolisten henkilöiden terveydelle tai turvallisuudelle. Riskianalyysin perusteella koneelle määritellään turvalliset turvaetäisyydet ja suojaukset. Konedirektiivin tavoitteena on ensisijaisesti poistaa ja pienentää riskejä, jotka on havaittu laitteella olevan. Niiden riskien kohdalla, joita ei voida kokonaan poistaa käytetään tarvittavia suojaustoimenpiteitä, kuten tarpeeksi suuria turvaetäisyyksiä. Koneen käyttäjille on järjestettävä koulutus, jossa kerrotaan mahdollisista jäännösriskeistä ja kerrotaan mahdollisista suojavarusteista, joita koneella työskennellessä on käytettävä. Turvaetäisyydet ovat riippuvaisia koneen vasteajoista. (Koneasetus 2008)

Vasteaika on aika, joka koneelta kuluu siihen, että kaikki liikkeet ovat täysin pysähtyneessä tilassa hätäpysäytys komennon aktivoiduttua. Turvaloverholla varmistetun koneen pienin mahdollinen turvaetäisyys ( $S$ ) voidaan laskea käyttämällä kaavaa 1.

$$S = 2000 * T + 8(d - 14) \text{ mm} \quad (1)$$

jossa  $T$  on yhteen lasketut vasteajat ja  $d$  on turvaloverhon resoluutio.

Mikäli turvaetäisyyden arvoksi kaavalla yksi saadaan yli 500 mm:ä, niin se lasketaan uudelleen käyttämällä kaavaa 2.

$$S = 1600 * T + 8(d - 14) \text{ mm} \quad (2)$$

Mikäli kaavalla kaksi turvaetäisyyden arvoksi saadaan alle 500 mm:ä, niin pienin turvaetäisyyden pituus on 500 mm:ä. Jos arvo ylittää 500 mm rajan, niin laskettua tulosta pidetään pienimpänä mahdollisena turvaetäisyytenä. Tällä tavalla lasketut turvaetäisyydet ovat ISO13855 standardin mukaisia. (SICK 2009, 20)

### 3.1 Koneen määritelmä

Koneen määritelmä kuvataan EY:n konedirektiivissä yksityiskohtaisesti ja siitä löytyy tarkka määritelmä tekniselle laitteelle nimeltä kone. Kone on liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmä, joka toimii jollakin muulla kuin ihmisen- tai eläimenvoimalla. Koneessa on ainakin yksi liikkuva komponentti, joka on valmistettu jotakin toimintoa varten esimerkiksi työstökoneen pyörivä työkara. (Koneasetus 2008)

Kone voi olla myös ihmisvoimalla toimiva yhdistelmä, jos se on kokoonpantu kuormien nostamista varten. Vaihdeettava laite on koneen osa, jonka käyttäjä kiinnittää aiemmin käyttöön otettuun koneeseen ja sen tarkoitus on muuttaa jotakin koneen toimintoa tai aikaansaada kokonaan uusi toiminto. Turvakomponentti voidaan luokitella koneeksi, jos se toimii jonkin turvatoiminnon toteuttamiseksi, se on tuotu itsenäisesti markkinoille tai jos sen rikkoutuminen tai toimintahäiriö voi vaarantaa henkilöiden turvallisuutta. (Koneasetus 2008)

Nostoapuvälineet ovat teknisiä laitteita ja luokitellaan koneiksi. Nostoapuväline on laite, jota ei ole kiinnitetty nostimeen, mutta sen avulla kuorma voidaan liittää nostimeen. Nostoapuväline sijaitsee nostossa kuorman ja nostimen välissä. Nostoapuväline voi olla kiinnitettynä nostettavaan taakkaan kiinteästi. Nostoapuvälineitä ovat esimerkiksi nostoketjut, -vyöt ja -köydet. (Koneasetus 2008)

### 3.2 Koneen valmistajan velvoitteet

EY:n konedirektiivissä on asetettu koneen valmistajalle tai valtuutetulle edustajalle velvoitteita koneen turvallisuuteen liittyen, joita on noudatettava EU:n alueella toimittaessa. Koneelle on tehtävä riskianalyysi, jolla pyritään poistamaan ja tiedostamaan riskejä, joihin työntekijät voivat altistua koneen elinkaaren aikana. Tässä analyysissä otetaan huomioon koneen vakituisten käyttäjien lisäksi myös huoltomiesten turvallisuus konetta asennettaessa, huollettaessa, siirrettäessä ja käytöstä poistettaessa. Koneelle asetetaan vaaravyöhyke, jonka sisällä kone saattaa aiheuttaa vaaraa terveydelle tai turvallisuudelle. Vaaravyöhykkeen laajuus riippuu koneen tekemästä työstä.



Esimerkiksi työstökoneilla vaaravyöhykkeen laajuus määritellään sen perusteella, kuinka pitkälle siitä voi sinkoutua lastuja tai koneenosia sen rikkoutuessa. Kaikkia riskejä ei voida poistaa koneensuunnittelulla. Nämä riskit täytyy tiedostaa ja henkilöt täytyy suojata niiltä erilaisilla suoja-aidoilla tai muilla teknisillä laitteilla esimerkiksi turvaloverhoilla. (Koneasetus 2008)

Koneen suunnittelussa on otettava huomioon, etteivät sen rakennusmateriaalit aiheuta käyttäjän terveydelle tai turvallisuudelle vaaraa. Koneita ei voi rakentaa liian ohuesta tai heikosta materiaalista, jonka seurauksena kone voisi särkyä käytössä ja aiheuttaa vaaratilanteita. Koneen valmistajan vastuusiin kuuluu koneen käyttäjään kohdistuvan työergonomian suunnittelu niin, ettei työskentely aiheuttaisi kohtuutonta fyysistä tai psyykkistä kuormitusta. Tähän voidaan vaikuttaa muun muassa kiinnittämällä huomiota valaistukseen, työkappaleiden asetusmenetelmiin, sekä vähentämällä pitkäaikaista keskittymistä vaativaa valvontaa. (Koneasetus 2008)

Ohjausjärjestelmien rakentaminen turvallisiksi ja toimintavarmiksi on koneenvalmistajan yksi suurimmista velvoitteista nykyään, kun koneet toimivat automaattisesti ja ovat etäohjelmoitavia. Langaton ohjelmointi aiheuttaa turvallisuusriskin, jos koneen käyttöä ei ole estetty tarpeeksi hyvin silloin, kun sen vaaravyöhykkeellä on henkilöitä, joille koneen odottamaton käynnistyminen saattaa aiheuttaa vaaratilanteita. Ohjausjärjestelmät on rakennettava niin, että ne estävät koneen aiheuttamia vaaratilanteita syntymästä. Ohjausjärjestelmällä on varmistettava, ettei mikään koneenosa tai työkappale pääse irtoamaan häiriötilanteessa esimerkiksi sähkökatkon seurauksena. Kun kone saa pysäytyskäskyn, niin sitä ei pystytä perumaan, vaan kone pysähtyy määritellyn vasteajan mukaisesti. Pysäytyskäskyt saattavat olla yllättäviä ja tulla aktiiviseksi kesken koneen toiminnan ja aiheuttaa näin taloudellisia menetyksiä yritykselle, mutta niitä ei saa ohittaa turvallisuussyistä. Koneessa on oltava vähintään yksi hätäpysäytyslaite normaalin pysäytyslaitteen lisäksi. Näistä laitteista tehdyn pysäytyksen jälkeen kone ei saa lähteä uudelleen toimintaan automaattisesti ilman käynnistyskäskyä. (Koneasetus 2008)

Suojuksien ja turvalaitteiden suunnittelussa on huomioitava niiden rakenteiden kestävyys ja jäämäkkyys, jotta ne voidaan asentaa lujasti paikoilleen, eivätkä ne rikkoudu ja aiheuta näin lisää vaaratilanteita. Turvalaitteiden ohittaminen tai poistaminen on tehtävä mahdollisimman vaikeaksi. Kiinteiden suojusten kiinnitys toteutetaan niin, ettei niitä pystytä irtottamaan ilman työkaluja.

Suojukset ja turvalaitteet eivät kuitenkaan saa olla este koneella tehtäville kunnossapitotöille tai terien asetuksille, vaan ne on suunniteltava niin, että nämä työt pystytään suorittamaan ilman suojuksen irrottamista tai käytöstä pois kytkemistä. Koneen aiheuttama melu ja värinä on pyrittävä minimoimaan. Koneen rakenteen lisäksi näitä haittoja pystytään tehokkaasti ehkäisemään oikein suunnitelluilla suojuksilla. Materiaalia valittaessa on kiinnitettävä huomiota melun ja värinän vaimennukseen. (Koneasetus 2008)

Koneelle tehtävät säätö- ja kunnossapitotyöt on pystyttävä suorittamaan vaaravyöhykkeen ulkopuolelta ja ne on pystyttävä hoitamaan koneen ollessa pysähdyksissä. Mikäli näitä edellytyksiä ei pystytä toteuttamaan teknisistä syistä on koneen ohjaus- ja toimintatapoja muutettava niin, että nämä työt pystytään tekemään turvallisesti. Koneen kriittisten osien vaihtotyö on pystyttävä suorittamaan helposti ja turvallisesti. Koneen rakennesuunnittelu on toteutettava niin, että käyttäjällä on turvallinen pääsy alueille, joilla on välttämätöntä liikkua koneen käytön, säädön tai kunnossapidon vuoksi. Koneissa on oltava lukittavat erotuslaitteet, joilla se voidaan kytkeä irti energialähteistään. Koneet pyritään suunnittelemaan niin, että niiden puhdistustyöt pystytään suorittamaan menemättä niiden sisään. Käyttäjän puuttumista koneen toimintaan pyritään myös rajoittamaan tai ainakin tekemään se helpoksi ja turvalliseksi. (Koneasetus 2008)

### **3.3 EY:n vaatimustenmukaisuusvakuutus**

EY:n vaatimustenmukaisuusvakuutus laaditaan koneen valmistajan tai sen valtuuttaman edustajan toimesta ja se on pakollinen Euroopan unionin markkinoille tuleville laitteille. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella osoitetaan, että valmistettu kone täyttää konedirektiivin vaatimukset. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatimisen jälkeen koneen valmistajalla on lupa kiinnittää laitteeseen CE-merkintä, joka on osoitus siitä, että laite on EY:n vaatimustenmukainen. CE-merkille on asetettu tarkat vaatimukset sen sijainnista ja kirjoitustyylistä. CE-merkintä sijoitetaan koneessa valmistajan tai sen edustajan nimen läheisyyteen. (Koneasetus 2008)

Koneasetuksen (2008, liite II) mukaan vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta pitää löytyä

- koneen valmistajan yhteystiedot
- teknisen tiedoston laatijan yhteystiedot
- koneen toiminnan kuvaus ja tunnistetiedot

- vakuutus, että kone täyttää konedirektiivin vaatimukset
- tarvittaessa sen laitoksen yhteystiedot, joka on tehnyt EY-tyyppitarkastuksen
- tarvittaessa sen laitoksen yhteystiedot, joka on tehnyt laadunvarmistusmenettelyn
- laadinta päivämäärä ja paikka
- laatijan nimi ja allekirjoitus.

Koneen valmistaja on velvoitettu säilyttämään laadittua alkuperäistä vaatimustenmukaisuusvakuutusta kymmenen vuotta vielä viimeisen koneen valmistumispäivän jälkeen.

### 3.4 Tekninen tiedosto

Tekninen tiedosto on dokumentti, joka osoittaa koneen olevan EY:n konedirektiivin mukainen. Sen on käsiteltävä koneen suunnittelua, valmistusta ja toimintaa. Tiedosto on laadittava vähintään yhdellä unionin virallisella kielellä. Tekninen tiedosto koostuu kahdesta osasta, jotka ovat rakennetiedosto ja dokumentti toimenpiteistä, joilla sarjatuotannossa varmistetaan tuotteen olevan konedirektiivin mukainen.

Teknisessä rakennetiedostossa on koneen käyttöohje, yleispiirustus, vaatimustenmukaisuusvakuutuksen kopio, riskinarvioinnin tulokset ja koneessa käytetyt standardit.

Koneen käyttöohje täytyy olla käännettynä sen maan viralliselle kielelle, jossa sitä käytetään. Yleispiirustuksen lisäksi on esiteltävä siihen kuuluvien ohjauspiirien piirustukset. Yleispiirustuksen perusteella kerrotaan koneen toimintaperiaate. Riskinarvioinnin tuloksista selviää noudatettu menettely, sekä luettelo konetta koskevista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista. Konedirektiivin terveys- ja turvallisuusvaatimusten osoittamiseksi on esitettävä yksityiskohtaiset piirustukset, laskelmat ja testaustulokset, joista selviää koneelle tehtyjen suojaustoimenpiteiden kuvaus. Mikäli suojaustoimenpiteiden jälkeen koneeseen jää tunnistettuja jäännösriskejä, on niistä ilmoitettava tiedostossa. Rakennetiedostossa kerrotaan käytetyt standardit niin, että niistä käy ilmi mitkä terveys- ja turvallisuusvaatimukset ne täyttävät. (Koneasetus 2008)

Teknisessä tiedostossa luetellaan ne toimenpiteet, joilla varmistetaan, että kone pysyy konedirektiivin mukaisena sarjatuotannossa. Koneen valmistajan on suoritettava koneenosille ja valmiille koneille tarvittavat tutkimukset ja testit, joista selviää soveltuuko kone turvallisesti asennettavaksi ja käytettäväksi. Suoritettujen testien ja tutkimuksien tulokset on liitettävä tekniseen tiedostoon. (Koneasetus 2008)

Teknisen tiedoston on oltava EU:n jäsenvaltioiden viranomaisten käytettävissä kymmenen vuotta koneen valmistusajankohdasta. Sarjatuotannossa aikaraja lasketaan viimeisestä tuotetusta kappaleesta. Teknisen tiedoston säilytyspaikasta tai sen muodosta ei ole asetettu ohjetta, mutta se on pystyttävä kokoamaan ja antamaan käyttöön määräajassa, joka riippuu teknisen tiedoston monimutkaisuudesta. Teknisen tiedoston kokoamisesta on vastuussa EY:n vaatimuksenmukaisuusvakuutuksessa nimetty henkilö. Mikäli teknistä tiedostoa ei pystytä toimittamaan viranomaisen pyynnöstä huolimatta, niin voidaan epäillä koneen vaatimustenmukaisuutta terveys- ja turvallisuusvaatimuksissa. Teknisessä tiedostossa ei tarvitse esitellä osakokoonpanojen yksityiskohtaisia suunnitelmia, jos niillä ei ole vaikutusta terveys- ja turvallisuusvaatimusten kannalta. (Koneasetus 2008)

Liitteessä 1 on esitetty Suhnerin porausyksikön tekninen tiedosto.

## 4 ROBOTTISOLU

Robottisolu on aidoilla tai jollakin muulla tavalla esimerkiksi turvavaloverhoilla varmistettu työskentelyalue, jonka sisäpuolelle ei pääse henkilöitä solun pysähtymättä. Robottisolu koostuu vähintään yhdestä robotista ja sen ohjaimesta, sekä muista laitteista joita tarvitaan työvaiheen suorittamiseen. Yleensä konepajoissa robottisoluun on liitetty vähintään yksi työstökone. Robottisolu voi olla myös esimerkiksi kokoonpanosolu, jolloin siinä ei välttämättä ole yhtään työstökonetta. Robottisoluja voidaan kutsua myös työsoluiksi. (RobotWorx 2015)

Tämän opinnäytetyön kohteena oleva robottisolu koostuu Fanuc R-2000iB kuusiakselisesta teollisuusrobotista, Liebher LC 500 vierintäjyrsimestä, porausasemasta, Sic i81 merkkusäiliöstä, jäysteenpoistoasemasta sekä kahdesta väliasemasta (Kuva 1).



KUVA 1. Robottisolu

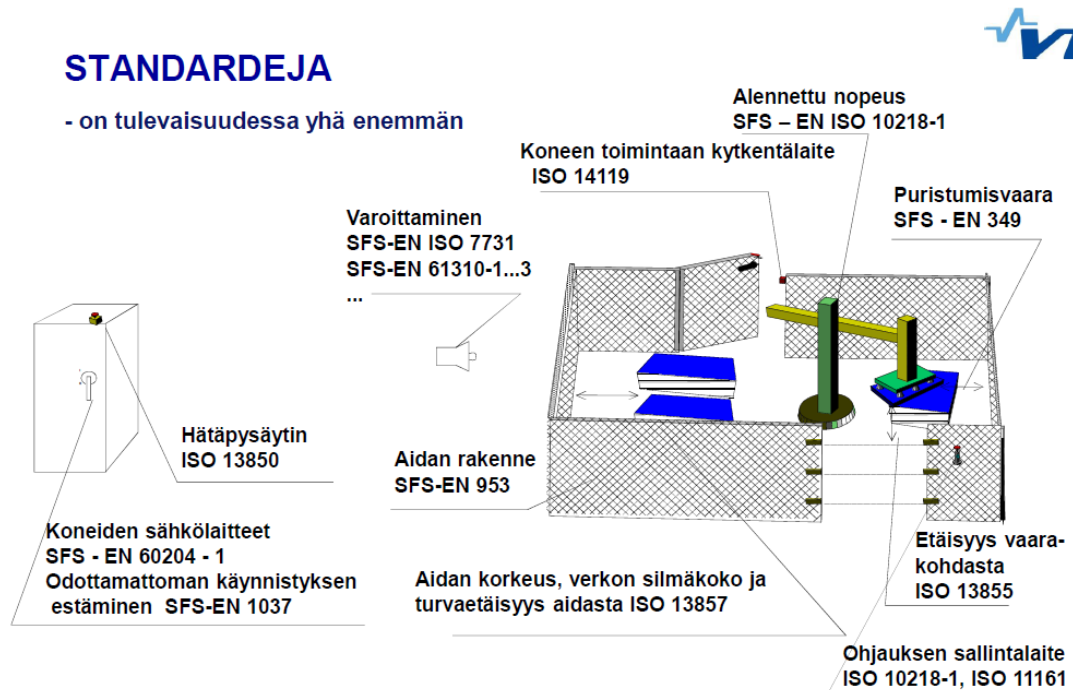
#### 4.1 Robottisolun turvallisuus

Koska robottisolu koostuu yleensä useista koneista ja jokaisen koneen turvallisesti tekeminen erikseen on lähes mahdotonta, niin robottisolussa päädytäänkin usein eristämään koko tuotantoalue. Robottisolu toimii täysin automaattisesti ja ihminen on sen sisällä vain poikkeustapauksissa, kuten vaihtamassa asetuksia. Robottisolun sisään pääsee vain portin kautta, jossa on vapaata kulkua estävä sähköinen valvonta. Valvonta voi olla toteutettu turvaloverholla tai lukittavalla portilla. Molemmissa tapauksissa robottisolun ohjauskeskus saa tiedon, mikäli vaaravyöhykkeelle pyrkii tulemaan ihminen ja robottisolun koneet pysähtyvät. Tästä tilasta koneet saadaan uudelleen liikkeelle vain kuittaamalla turva-alueen valvontapiiri. Teollisen internetin myötä robottisolu pystytään käynnistämään etäohjauksena uudelleen, mikä luo suuren turvallisuusriskin, jos vaaravyöhykkeen sisällä on ihmisiä ja solu käynnistetään. Tästä syystä osa koneenvalmistajista onkin estänyt koneiden etäkäytön, mikäli turva-aluetta ei ole kuitattu koneen fyysisestä paikasta.

Robottisolussa tehdään hallittu pysäytys ennen kuin ihminen menee sen sisään suorittamaan tarpeellisia tehtäviä. Hallittu pysäytys on tila, jossa kone ajetaan asemaan ja sellaiseen työkierron vaiheeseen, josta se on helppo käynnistää uudelleen, kun tuotantoa jatketaan. Robottisolussa tapahtuu hätäpysäytys, mikäli sen alueelle pyritään menemään kesken tuotannon. Tässä tilassa koneet pysähtyvät välittömästi ja usein seurauksena on rikkoutuneita työkaluja ja laadultaan heikkoja työkappaleita. Lisäksi pakkopysäytyksen jälkeen koneen uudelleen käyntiinajo on hankalaa.

Robottisolun turvallisuus määritellään usealla eri standardilla (kuva 2). Standardit määrittelevät minkälaisella rakenteella ja kuinka korkeaksi solun turva-aita täytyy rakentaa. Aidan korkeutta kasvattamalla pystytään vähentämään vaakasuoraa turvaetäisyyttä vaaravyöhykkeeseen. Turvallisuusriskin suuruus vaikuttaa aidan korkeuden lisäksi tarvittavaan vaakasuoraan turvaetäisyyteen. Tietyllä riskin suuruudesta riippuvalla aidan korkeudella vaakasuora turvaetäisyys saadaan poistettua kokonaan. Jos robottisolun sisään pääsee kulkemaan vapaasti, niin turvaetäisyys vaaravyöhykkeeseen täytyy laskea koneen ja sen pysäytystoimintoon vaikuttavien turvalaitteiden vasteaikojen perusteella. Hätäpysäytystoiminto on robottisolussa pakollinen toiminto ja ISO 13850 standardin lisäksi myös konedirektiivissä on annettu ohjeet koneelta vaadittavasta hätäpysäytyksestä, kuten myös odottamattoman käynnistyksen estämisestä.

Konedirektiivistä selviää vaarojen ehkäiseminen, mutta tarvittavien suojaetäisyyksien mitat määritellään standardeissa, kuten myös suojakomponenttien rakenteet. (Malm, T., Kivipuro, M., Tiusanen, R. 1998, 13)



KUVA 2. Robottisolun turvallisuus standardeja (Malm, T., Kivipuro, M., Tiusanen, R. 1998, 13)

## 4.2 Robottisolun suunnittelu

Robottisolun suunnittelu lähtee liikkeelle lähtötilanteen analysoinnilla, jossa mietitään onko robotisoinnille mahdollisuuksia. Tämä analyysi käsittelee työkalun suorittamista roboteilla, henkilökunnan ammattitaitoa ja robotin soveltuvuutta tuotantoympäristöön. Robottisolun rakenteesta tehdään investointilaskelmat, joihin otetaan huomioon robotisoinnin vaatimat työkalut ja turvallisuusmääräykset, sekä mahdolliset muutokset työstökoneisiin, jotka ovat jo olemassa tai tullaan hankkimaan robottisoluun. Esisuunnittelussa asetetaan laitevaatimukset robottisolun koneille, joita tuotanto ja tuotteet edellyttävät. Manuaalisen tuotantojärjestelmän tuotteet vaativat usein suuria muutostöitä robotisoinneissa. (Lahden ammattikorkeakoulu 2008, 63)

Robottisolun suunnittelun tärkein vaihe on layout-suunnitelma. Robottisolun koneet ja laitteet on sijoitettava niin, että robotilla on mahdollista palvella niitä tehokkaasti, ja materiaalin virtaus koneiden välillä, solun sisään ja solusta ulos on joustavaa. Kappaleiden siirtomatkat työvaiheesta toiseen pyritään minimoimaan läpimenoajan lyhentämiseksi ja robotin eliniän pidentämiseksi. Robotti ei saa määrätä solun tuotantotahtia, vaan läpimenoajan määrittää hitain työstövaihe. (Tubaileh, Hammad, Al Kafafi 2007, 250)

Robotin tehtäviä ovat yleensä kappaleiden vaihdot solun eri koneille, mutta se voidaan suunnitella myös tekemään jälkityöstöä esimerkiksi purseenpoistoa, mikäli sillä on mahdollista suorittaa työ hidastamatta kappaleen läpimenoaikaa solussa.

Robottisolun suunnittelussa turvallisuuden suunnittelu ja toteutus on vaativa tehtävä. Solu ja sen koneet on saatava vastaamaan EY:n konedirektiivin vaatimuksia ja se aiheuttaa usein lisää kustannuksia, sekä vaatii enemmän tuotantotilaa solun tarpeisiin. Tois- taiseksi vielä robottisolut eristetään aidoilla muusta tehtaan tuotantoalueesta, jossa liikkuu ihmisiä, mutta tulevaisuudessa robotin ja ihmisen yhteistyö konepajatyössä tulee lisääntymään ja asettamaan entistä tiukempia turvallisuusmääräyksiä roboteille.

Robottisolun suunnittelussa täytyy selvittää koneiden tekniset ominaisuudet, kuten esimerkiksi työstötarkkuudet, jotta voidaan valita soluun oikeanlaiset koneet, joilla pystytään toteuttamaan haluttu työvaihe. Robottisolun koneita ei ole aina mahdollista saada valmiina koneenvalmistajilta, vaan niiden ominaisuuksia joudutaan kehittämään vastaamaan yrityksen tarpeita.

Lopuksi laaditaan lopullinen aikataulu robottisolun rakentamiselle ja tarkastetaan layout-suunnitelma, sekä kustannuslaskelmat. Robottisolun koneet ja laitteet tulevat yleensä usealta eri toimittajalta, joten toimitusten ja aikataulujen yhteen sovittaminen projektin eri vaiheissa on tärkeitä. Aikataulun laadinnassa solun käyttöönotolle on varattava riittävästi aikaa, koska usean eri valmistajan koneen sovittaminen toimimaan yhdessä ei aina ole helppoa.



## 5 PORAUSASEMA

Porausasema on robottisolun työstökone, jolla on tarkoitus porata reikiä kappaleeseen. Porausasema koostuu yhdestä tai useammasta porausyksiköstä, kiinnittimestä sekä rungosta, jonka päälle porausyksiköt ja kiinnitin asennetaan.

Opinnäytetyön kohteena olevassa robottisolussa porausaseman tehtävänä on porata hammasakseliin kaksi halkaisijaltaan 3 mm:n reikää vastakkaisille puolille akselia. Reiät toimivat vaihdelaatikossa akselin voitelukanavina. Porattavia akseleita on yhdeksän erilaista, joissa porattavat matkat vaihtelevat 15 mm:stä 36,25 mm:iin (taulukko 1). Työ suoritetaan yhdellä kiinnityksellä. Robotti panostaa työkappaleen porausasemalle ja kiinnitys suoritetaan kiinnittimellä. Tämän jälkeen kaksi porausyksikköä, jotka ovat vastakkaisilla puolilla akselia suorittavat työkiertonsa. Näin saadaan yhdellä asetuksella molemmat voitelureiät porattua. Terän kunto tarkastetaan paineilmatoimisella sylinterillä aina poraustyökierron päätyttyä. Mikäli sylinteri pääsee plus-liikkeen loppuun, niin rajaanturi ilmoittaa, että pora on mennyt rikki. Tämän jälkeen seuraavaa työkiertoa ei voida toteuttaa ennen kuin pora on vaihdettu.

TAULUKKO 1. Porattavien akseleiden tiedot

	Ø sisäpuoli (mm)	Ø ulkopuoli (mm)	porattava matka (mm)
Akseli 1	45,5	96,5	25,5
Akseli 2	16,5	89	36,25
Akseli 3	32	87	27,5
Akseli 4	32	87	27,5
Akseli 5	45,5	87	20,75
Akseli 6	34	80	23
Akseli 7	32	62	15
Akseli 8	32	67	17,5
Akseli 9	32	67	17,5

## 5.1 Nykyinen porausasema

Tällä hetkellä AGCO:lla käytössä oleva porausasema on rakennettu Desoutter AFDE400 porausyksiköillä (kuva 2). Näillä yksiköillä on ollut ongelmana se, etteivät koneen liikesuuntien säätömahdollisuudet ole olleet tarpeeksi helposti toteutettavissa ja asetusten vaihto on ollut liian työlästä. Lisäksi säätömekanismi on vaurioitunut käytössä, johtuen se heikosta rakenteesta. Nykyisen porausaseman karan pyörintänopeus on ollut  $2350 \text{ }^1/\text{min}$ . Porausasemassa on käytössä halkaisijaltaan 3 mm:n pikateräsporot, joille suositeltava pyörimisnopeus ( $n$ ) saadaan laskettua kaavalla 3.

$$n = \frac{V}{\pi d} \quad (3)$$

jossa  $V$  on lastuamisnopeus ja  $d$  on poran halkaisija.

Pikateräsporalla suositeltava lastuamisnopeus on  $25\text{--}35 \text{ m}/\text{min}$ . Kun lasketaan tarvittavaa karan pyörimisnopeutta, niin lähtöarvona voidaan käyttää suositeltavan lastuamisnopeuden keskiarvoa. Kaavalla yksi saadaan karan pyörimisnopeuden arvoksi:

$$n = \frac{30 \text{ m}/\text{min} * 1000 \text{ mm}/\text{m}}{\pi * 3 \text{ mm}} = 3183 \text{ }^1/\text{min}$$

Porattavien akseleiden materiaali on 20NiCrMo, jonka kovuus vaihtelee  $160\text{--}220 \text{ HB:n}$  välillä riippuen sen lopullisesta käyttötarkoituksesta. Työstettävän materiaalin kovuuden vaihtelun vuoksi porausasemalla on suositeltua pienempi karan pyörimisnopeus, jotta porien käyttöikä olisi pidempi.

Porausyksiköiden syöttönopeuden säädön nonius-asteikolta ei ole luettavissa syöttönopeuden arvoa, koska syöttöliike tapahtuu paineilmatoimisella sylinterillä ja syöttönopeus säädetään kiristämällä vastusventtiiliä. Tällaisella mekanismilla aikaansaatu syöttönopeuden arvo ei ole tarkka, sillä siihen vaikuttaa paineilman paineen lisäksi työstettävän materiaalin lastuamisominaisuudet.

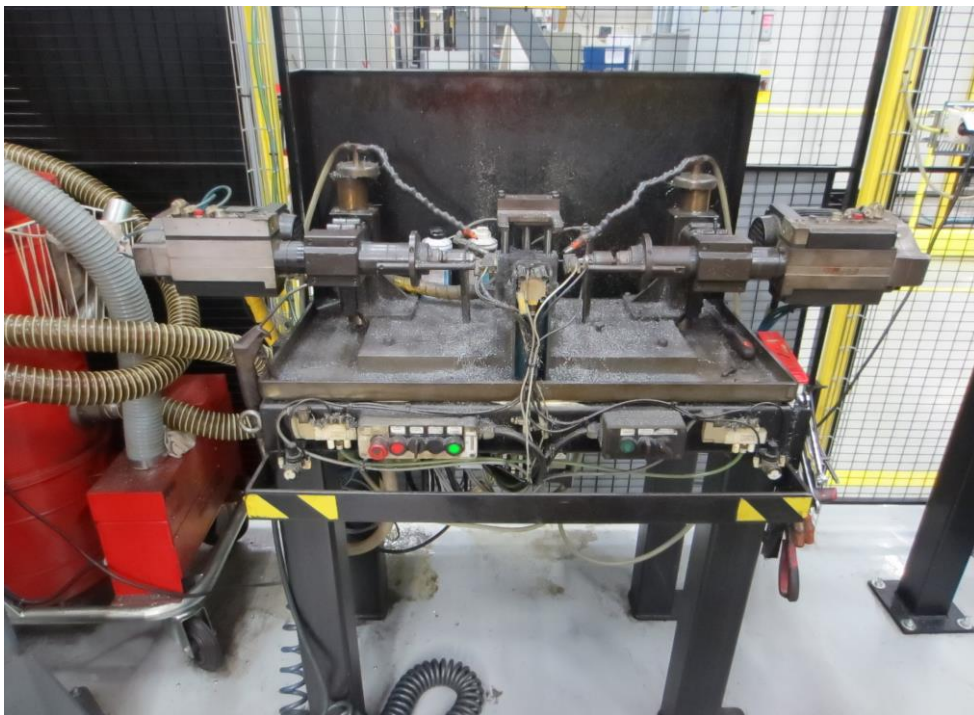
Tavoiteltava syöttönopeus ( $f$ ) voidaan laskea kaavalla 4.

$$f = n f_z z \quad (4)$$

jossa  $n$  on karan pyörimisnopeus,  $f_z$  on hammaskohtainen syöttö ja  $z$  on poran hammasluku.

Pikateräsporalle suositeltava hammaskohtainen syöttö on 0,1 mm:ä. Kaavalla kaksi saadaan tavoiteltavaksi syöttöarvoksi:

$$f = 3000 \text{ 1/min} * 0,1 \text{ mm} * 2 = 600 \text{ mm/min}$$



KUVA 2. Nykyinen porausasema Desoutter AFDE400 porausyksiköillä

## 5.2 Uusi porausasema

Uuden porausaseman suunnittelu aloitettiin valitsemalla siihen sopivat porausyksiköt. Vertailtavaksi valittiin kolmen eri toimittajan porausyksiöt. Vertailtavat porausyksiköt olivat nimeltään Purros, Sugino ja Suhner. Taulukosta 2. selviää vertailtavien porausyksiköiden tekniset tiedot. Kaikista porausyksiköistä löytyy paineilmatoiminen säädettävä syöttöliike karan aksiaalisuuntaan, sekä useilla eri pyörimisnopeuksilla varustettuja työ-karoja. Kaikkien vertailtavien porausyksiköiden työkarojen suurin aksiaalisuuntainen lii-kematka on 80 mm, jota voidaan säätää myös pienemmäksi.

Suurin syöttöliikkeen osuus kokonaisliikematkasta vaihtelee paljon eri valmistajien vä-lillä. Syöttöliikkeen pituus voidaan säätää portaattomasti nolasta millimetristä konekoh-taiseen maksimiarvoon, mikä vertailtavissa porausyksiköissä vaihteli paljon (taulukko 2).

Uudelta porausasemalta vaadittiin useiden akseleiden siirtomahdollisuutta. Osalle akse-leista oli mahdollista saada liikeominaisuus valmiskomponenttina, mutta kahdelle suun-nalle se jouduttiin suunnittelemaan ja kehittämään erikseen. Lisäksi näiden kaikkien ak-seleiden sovittaminen rajalliseen tilaan oli työlästä. Uuden porausaseman liikesuunnat voidaan luokitella:

- vaakasuuntaiseen liikkeeseen (X-akseli)
- pystysuuntaiseen liikkeeseen (Y-akseli)
- poikittaissuuntaiseen liikkeeseen (Z-akseli)
- pöydän kääntyvään liikkeeseen (B-akseli)
- karan pyörimisliikkeeseen (C-akseli).

Poikittaisuuntainen liike koostuu kahdesta eri akselistä. Ensimmäinen akseli on manuaa-lisesti liikuteltava karkea säätö ( $Z_1$ -akseli) ja toinen akseli on konevoimalla toimiva liike, joka koostuu syöttö- ja pikaliikkeestä ( $Z_2$ -akseli).

### 5.2.1 Purros porausyksikkö

Kiinassa valmistettu Purros olisi ollut edullisin vaihtoehto ja teknisiltä ominaisuuksiltaan-kin tasavertainen kilpailijoidensa kanssa, mutta tämän porausyksikön luotettavuudesta ja laadusta ei ollut saatavilla tarpeeksi luotettavaa tietoa. Porausyksikkö on vertailtavia koneita painavampi, mikä selittyy osittain tehokkaammalla moottorilla, mutta sen rakenne on myös suurempi kuin kilpailijoiden. Porausyksiköillä ei ole Euroopassa toimittajaa ja varaosien saatavuus on epävarmaa. Lisäksi porausyksikön kiinnitys oli samanlainen kuin nykyisessäkin porausasemassa (kuva 3). Tämänlainen kiinnitys ei ole kestänyt nykyisessä käytössä, mikä ei ole hyvä vaihtoehto uudelle porausasemalle. Porausyksikön kiinnitys-jalka on ohutseinämäistä valurautaa. (Purros 2015)



KUVA 3. Purros PR3P porausyksikkö ja kiinnitysalka (Purros 2015)

### 5.2.2 Sugino porausyksikkö

Japanissa valmistettu Sugino (kuva 4) on luotettavampi merkki ja ominaisuuksiltaan erinomainen vaihtoehto porausyksiköksi. Euroopasta Suginolta löytyy toimipiste Prahasta, mutta Suomessa ei ole maahantuojaa Suginon porausyksiköille. Tämän koneen huonona puolena on samanlainen kiinnitys kuin Purros -merkkisessä koneessa. Suginon työkaran suurin iskunpituus on vain 30 mm, mikä on liian pieni, sillä porausyksikön suurin syöttöliikkeen porausmatka tulee olemaan 40 mm.

Suginon suuremmista malleista löytyy 40 mm:n iskunpituudella varustettuja koneita, mutta niiden käyttö ei tule kysymykseen tässä työssä, koska ne ovat tarkoitettuja suurempien reikien koneistukseen. (Sugino 2015)



KUVA 4. Sugino ES2 porausyksikkö (Sugino 2015)

### 5.2.3 Suhner porausyksikkö

Sveitsiläinen Suhner porausyksikkö (kuva 5) on tämän tutkimuksen mukaan sopivin vaihtoehto AGCO Powerin robottisoluun. Suhnerin kaikki ominaisuudet täyttävät porausyksiköltä vaadittavat työstöarvot, sekä liikepituuudet. Kiinalaiseen kilpailijaan verrattuna Suhner on parempi vaihtoehto, koska se on kevyempi rakenteinen ja sillä on mahdollista porata huomattavasti suurempiakin reikiä, jos tulevaisuudessa akseleiden reikäkoko muuttuu. Suhnerin porausyksikön kiinnitys tapahtuu tukevaan valurautaiseen runkoon, joten tämä porausyksikkö tulee olemaan rakenteeltaan kilpailijoitaan tukevampi. Maan-terä toimii Suhner -merkkisten koneiden maahantuojana Suomessa. Liitteestä yksi selviää, että Suhnerin porausyksiköihin on saatavilla hyvin varaosia, mikä on tärkeä asia koneen elinkaaren aikana. AGCO Powerilla on ollut hyviä kokemuksia Suhnerin porausyksiköistä aiemminkin, mikä puoltaa tämän merkin valintaa.



KUVA 5. Suhner BEM 6 porausyksikkö (Maanterä 2015)

TAULUKKO 2. Porausyksiköiden tekniset tiedot

Porausyksikkö	Suurin pora teräkselle (mm)	paino (kg)	Suurin karan isku (mm)	Suurin syötön isku (mm)	Karan pyö- rintänopeus ( $1/\text{min}$ )	Moottorin teho (kW)	Työntö- voima (N)
Purros PR3P	3,2	21–24	80	60	700–7500	0,55	1200
Sugino ES2	5	14	80	30	1400–10000	0,2	590
Suhner BEM6	6	16	80	75	550–10000	0,37	700

## 6 PORAUSASEMAN SUUNNITTELU

Porausasemaan valittiin porausyksiköt tutkimustyön perusteella. Valituksi tuli Suhnerin BEM 6 porausyksikkö, josta oli saatavilla kaksi eri versiota. Toisessa versiossa (BEM 6D) moottori oli sijoitettu suoraan pyörivälle kara-akselille, mikä olisi ollut hyötysuhteeltaan parempi valinta. BEM 6D versio olisi myös toiminut ilman hihnakäyttöä, joka olisi vähentänyt koneen huollon tarvetta ja parantanut näin toimintavarmuutta. Aluksi porausasemaan suunniteltiin BEM 6D porausyksikköä, mutta tällä yksiköllä porausaseman leveys olisi tullut liian suureksi robottisoluun ja tästä syystä lopullinen valinta porausyksiköksi oli BEM 6.

Porausyksikön valinnan jälkeen pystyttiin valitsemaan tarvittavat kiinnityskomponentit. Kiinnityskomponentiksi valittiin Suhnerin mallistosta UST-merkkinen kiinnitin (kuva 6). Tähän kiinnittimeen tulee vakiokomponenttina kolmen akselin säätömahdollisuus. Liikesuunnat ovat pystysuuntainen liike, vaakasuuntainen liike ja porausyksikön porauskulman kääntöliike pystysuuntaisen liikkeen suhteen. Tämä liike ei ollut mukana porausasemalta vaadittavissa ominaisuuksissa, joten se nimettiin (A-akseliksi).



KUVA 6. Suhner UST asennuskomponentti (Suhner, O., Buessinger, P n.d., H50)



## 6.1 Hiilitypetys

Hiilitypetys eli nitroc -käsittely on yksi muunnos pintakarkaisuprosessista. AGCO Powerin tuotannonkehitysosasto on käyttänyt menetelmää, kun suunnitelluilta koneenosilta on vaadittu kulumisenkestävyyttä ja kiinnileikkautumisen kestoa. Nitroc -käsittely on lämpökemiallinen diffuusioprosessi, jossa koneenosan pintaan diffusoidaan typpi-, hiili- ja happiatomeita. Näistä aineista syntyy yhdistekerros sekä diffuusiokerros, jotka lisäävät koneenosan kulumisenkestoa ja väsymislujuutta. (Bodycote 2015)

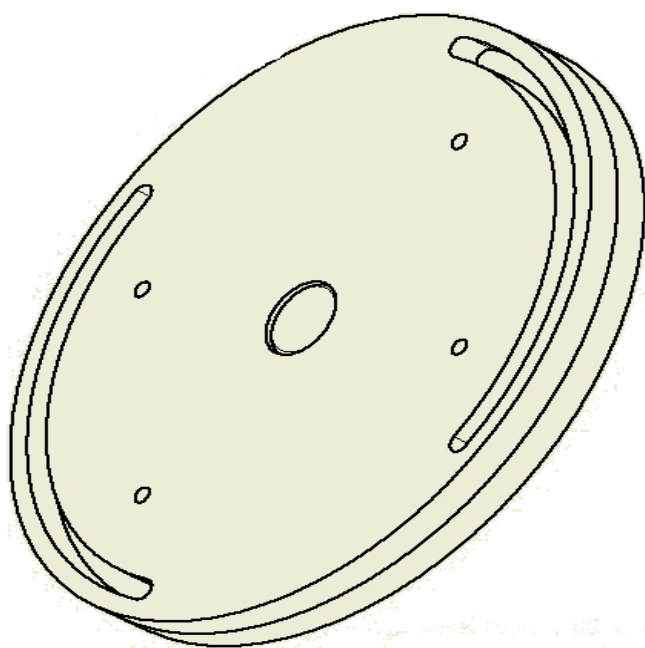
Nitroc -prosessi toteutetaan teräksen kriittisen lämpötilan alapuolella. Teräksen kriittinen lämpötila on se arvo, jossa teräksen kiderakenne alkaa muuttumaan ferriittisestä austeniittiseksi, kun terästä lämmitetään. Kriittinen lämpötila riippuu seostuksesta, mutta se on teräksellä noin 800–870 °C. Hiilen ja typen diffusoituessa, teräksen pintaan muodostuu kova, mutta ohut pintakerros. Saavutettu pintakerros kestää hyvin kulumista ja korroosiota, eikä se ole hauras toisin kuin useilla muilla lämpökäsittelymenetelmillä suoritettun karkaisun jälkeen. Ohuen pintakerroksen alapuolisella diffuusiokerroksella saadaan parannettua huomattavasti väsymislujuutta. (Bodycote 2015)

Nitroc -lämpökäsittelyllä saadaan aikaan hyvä pinnanlaatu, eikä koneenosia tarvitse koneistaa uudelleen lämpökäsittelyn jälkeen, sillä kappaleen muodonmuutos prosessissa ja sen jälkeen on hyvin pieni toisin kuin muilla lämpökäsittelymenetelmillä. Nitroc -käsittelyssä ei tarvitse suorittaa erillistä sammutuskarkaisua, joten se on edullisempi ja nopeampi lämpökäsittelymenetelmä kuin monet muut. Koneenosille sopiva lämpökäsittely-aika on noin neljä tuntia tällä menetelmällä. (Bodycote 2015)

## 6.2 Akseleiden suunnittelu

Suhner UST-merkkisen asennuskomponentin mukanaan tuomien liikesuuntien vuoksi porausasemaan suunniteltavien akseleiden määräksi jäi kaksi. B-akselilla on tarkoitus kääntää porauskulmaa vaakatasossa, joten se täytyi toteuttaa pyöröpöytätyyppisellä menetelmällä. Pyöröpöydässä kaksi irrallista pyöreää levyä sijoitetaan vastakkain ja ne keskitetään toisiinsa pöydän keskiössä olevalla keskitystapilla, jonka ympäri ylempi levy pyörii. Alempi levy asennetaan kiinteästi pöytälevyyn ja ylemmällä levyllä tapahtuu porauskulman kääntö. Käännön jälkeen ylempi levy lukitaan alempaan levyyn pulteilla. Pyöröpöydän komponenteille suoritetaan pintakäsittelynä hiilitypetys, jotta niistä saatiin paremmin kulutusta kestäviä. Levyjen vahvuudeksi valittiin 15 mm, jotta alempaan levyyn onnistuttiin koneistamaan tarpeeksi suuret upotukset pultin kannoille ja ylempään levyyn saatiin tarpeeksi kierreosuutta  $Z_1$ -akselin johteen kiinnitykseen (kuva 7).

Keskitystapin ja pöytälevyjen keskiöreiät ovat sovitettu toisiinsa tarkalla f7/H7 toleranssilla. H7 on reikätoleranssi, kun taas f7 on akselitoleranssi. Toleranssien sallittu mittapoikkeama vaihtelee koneistettavan reiän suuruuden mukaan. H toleranssin pienin halkaisija on kappaleen nimellismitta ja toleranssin suurin mittapoikkeama riippuu reiän halkaisijan lisäksi myös numeroarvosta H kirjaimen jälkeen. Akselitoleranssilla f ilmoitetaan, että akseli koneistetaan aina nimellismittaansa ohuemmaksi. Kirjaimen perässä olevan numero arvon kasvaessa myös sallittu mittapoikkeama kasvaa (taulukko 3).

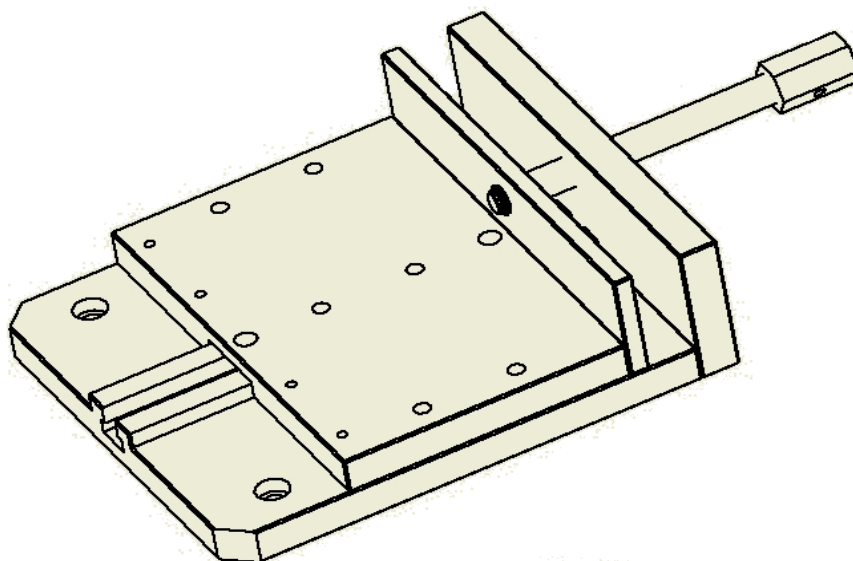


KUVA 7. Pyöröpöytä

TAULUKKO 3. Toleranssitaulukko (Wisetool 2015)

Halkaisija (mm)	H7 (mm)	f7 (mm)
0-3	0-0.010	
3-6	0-0.012	-(0.010-0.022)
6-10	0-0.015	-(0.013-0.028)
10-18	0-0.018	-(0.016-0.034)
18-30	0-0.021	-(0.020-0.041)
30-50	0-0.025	-(0.025-0.050)
50-80	0-0.030	-(0.030-0.060)

Poikittaissuuntaisen  $Z_1$ -akselin suunnittelussa täytyi huomioida se, ettei porauskeskiön paikka pääse muuttumaan siirrettäessä akselia. Siirtopöydän kiinteä alaosa toimii johdeena, jota pitkin yläosa liikkuu, kun siirtoruuvia pyöritetään. Alaosan keskelle suunniteltiin tarkalla sovituksella johdekiila, joka estää yläosan kääntymisen ja porauskeskiön muuttumisen. Kiilan keskelle koneistettiin T-ura, johon asetetun mutterin avulla ylä- ja alapuoli lukitaan toisiinsa, ettei luistit pääse liikkumaan porauksen aikana. Näiden kahden osan pintakäsittelynä on hiilitypetytys, jotta niiden ominaisuuksia saadaan parannettua. Siirtopöydän yläosaan suunniteltiin kierrereiät, joiden avulla Suhner UST asennuskomponentti saadaan kiinnitettyä siihen. Siirtopöydän ylä- ja alaosaan suunniteltiin päätykappaleet joiden avulla saadaan aikaan yläosan siirtyminen alaosaan nähden. Päätykappaleet paikoitetaan tarkasti paikoilleen lieriösokilla, jotta siirtoruuville ei tule ylimääräistä kuormitusta. Siirtoruuvina toimii M16 kierretanko, johon on koneistettu päätyyn urat lukko-renkaille ja sopiva halkaisija yläosan päätykappaleen lävistykseen. Akselin liikuttamisen helpottamiseksi kierretankoon kiinnitettiin jatkomutteri, joka lukittiin putkisokalla kierretankoon oikealle kohdalle (kuva 8).



KUVA 8. Siirtopöytä

### 6.3 Rungon suunnittelu

Porausaseman rungon suunnittelun lähtökohtana oli sen ulkomittojen pitäminen mahdollisimman pieninä, jotta asema mahtuisi robottisoluun samalle paikalle missä nykyinen porausasema sijaitsee. Uusien akseleiden mukana porausaseman leveyttä jouduttiin kasvattamaan. Lisäksi porausasema suunniteltiin käyttämään lastuamisnestettä porauksen yhteydessä, jotta porat kestäisivät pidempään. Lastuamisnesteelle rakennettiin rungon ympärille valumakouruja, ettei neste pääse valumaan lattialle. Kourut lisäsivät porausaseman mittoja 80 mm:llä. Lastuamisnesteen valumista oikeaan suuntaan pöytälevyn pinnalla ohjataan pöydän pintaan kiinnitetyllä kulmaraudalla sekä lastukourujen pohjaan koneistetuilla suurikokoisilla reikäkuvioilla. Porausaseman runko rakennettiin viiden millimetrin paksuisesta neliönmuotoisesta RHS-palkista, jonka sivun pituus oli 100 mm.

Pöytälevy asennettiin ruuveilla rungon pintaan ja se oli projektin suurikokoisin osa. Levyn vahvuudeksi tuli 15 mm, jotta siihen saatiin tarpeeksi syvä kierre porausyksiköiden kiinnitystä varten. Pöytälevyn pinta koneistettiin, jotta siihen asennettavat osat saatiin mahdollisimman suoraan kulmaan pöytälevyn kanssa. Pöytälevyn pintaan koneistettiin lähes 30 reikää, jotta kaikki tarvittavat komponentit saatiin siihen kiinnitettyä.

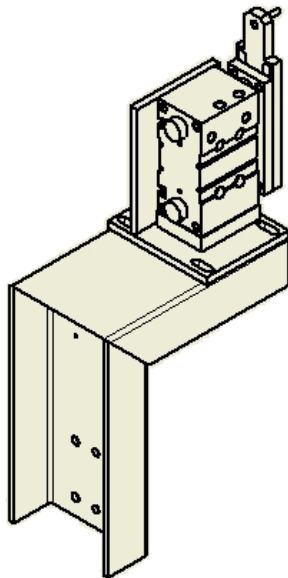
Koneen puhtaanapito lastuista oli yksi tavoite projektille ja se toteutettiin rakentamalla ohutlevystä lastukourut pöydän pinnan yläpuolelle. Kourut sijoitettiin porattavan kappaleen ympärille niin, että lastut putoavat niihin. Kourut on helposti tyhjennettävissä, joko irrottamalla ne rungosta tai imuroimalla lastut suoraan kourusta. Kourujen pohjalla on isot reiät, jotta lastuamisneste pääsee valumaan pois niistä. Rungon pöytälevyn pinta on pyritty pitämään mahdollisimman avonaisena, jotta lastuamisneste pääsee helposti valumaan kouruihin, eikä jää pöydän pinnalle. Tästä syystä lastut, jotka eivät putoa lastukouruihin on helppo poistaa pöydän pinnalta.

#### **6.4 Paikoitussylinterin suunnittelu**

Paikoitussylinterin tehtävänä on keskittää porattava hammasakseli niin, että porat osuvat akselin hammasväliin. Porattavien hammasakselien ulkohalkaisijat vaihtelevat 67 millimetristä 97:ään millimetriin. Tästä syystä paikoitussylinterille täytyi suunnitella siirt ominaisuus. Sylinterin on tarkoitus tehdä + -liike loppuun, jonka jälkeen anturitieto asemasta siirtyy logiikalle, joka antaa porausyksiköille luvan lähteä liikkeelle. Tällä varmistetaan, että kappale on paikoitettu oikein ja pora osuu akselin hammasväliin. Ennen poraustyökierron alkua logiikan täytyy saada myös kiinnittimeltä tieto, että kappale on lukittuneena kiinnittimeen. Kiinnitinmekanismi siirretään vanhasta porausta, joten sitä ei tarvinnut erikseen suunnitella. Kiinnittimeen suunniteltiin korokelevy, koska uuden porausaseman porauskorkeutta jouduttiin kasvattamaan useiden eri liikeakselien vaatiman tilan vuoksi.

Paikoitussylinteriksi valittiin SMC:n MGPM-tyyppinen johdesylinteri, joka on huomattavasti tukevampi kuin tavallinen paineilmatoiminen sylinteri. Sylinteri ja sen teline sijoitettiin niin, että porausyksikkö mahtuu liikkumaan sylinterin ohi yläpuolelta. Sylinterin laippaan sijoitettu sovituselevy kohdistettiin niin, että sen yläreuna on huomattavasti sylinterin rungon reunan yläpuolella, jotta sylinteri saatiin sijoitettua tarpeeksi matalalle tasolle porausyksikköön nähden. Sylinterille suunniteltiin korkeussuuntainen säätömahdollisuus, koska porattavissa hammasakseleissa on korkeuseroja. Tällä säädöllä mahdollistetaan paikoitussylinterin keskittäminen hammastetun pinnan keskiosaan. Säätö toteutettiin koneistamalla sylinterin sovituselevyssä olevat reiät ovaalin muotoisiksi. Sovituselevyn kiinnitysruuveja löysäämällä on mahdollista säätää sen korkeutta 15 mm.

Paikoitussylinterin teline on kolmeosainen rakenne, joka koostuu pysty- ja vaakapalkista, sekä kiinnitinlevystä sylinterille (kuva 9). Palkit ovat U-palkkeja, jotka on hitsattu yhteen. Kiinnitinlevy on kiinnitetty vaakapalkkiin ruuveilla. Kiinnitinlevy on kahdesta lattatangoista hitsattu rakenne. Paikoitussylinterin runko kiinnitettiin porausaseman runkoon ruuveilla ja kohdistettiin oikeaan paikkaan lieriösokilla. Paikoitussylinterin keskiön on tärkeää sijaita keskellä kiinnitintä, jotta sen kärjessä oleva paikoitintappi, osuu akselin hampaiden väliin ja keskittää näin kappaleen oikealle paikalle. Paikoitussylinterille saatiin vaakasuuntainen säätöominaisuus koneistamalla sen kiinnitysreiät ovaalin muotoisiksi. Paikoitussylinterin täytyy sijaita tarkasti 90°:en kulmassa poriin nähden, jotta se paikoittaa hammasakselin oikein ja reiät osuvat hammasväliin. Paikoitussylinterin kulmaa ei ole mahdollista säätää jälkikäteen.



KUVA 9. Paikoitussylinteri ja kiinnitysteline

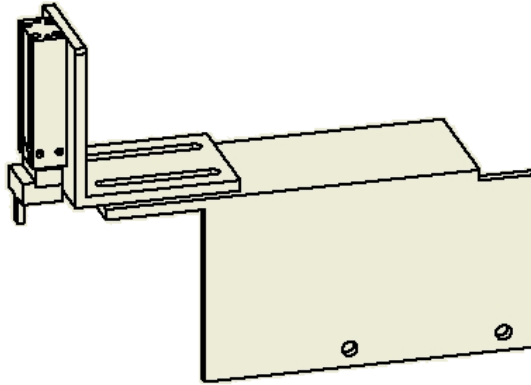
## 6.5 Teräriikon valvonnan suunnittelu

Teräriikon valvonta toiminnon tehtävänä on tarkastaa poran kunto työkierron päätteeksi. Teräriikon valvontamekanismi koostuu sylinteristä, jossa on rajatietoanturit ja päätykappale sekä asennustelineestä (kuva 10). Mikäli pora on mennyt poikki, niin sylinteri pääsee tekemään plus-liikkeen loppuasemaan, jolloin rajatieto sylinterinanturilta lähtee logikalle ja estää seuraavan työkierron, kunnes pora on vaihdettu. Mikäli pora on vain tylstynyt, niin sitä ei pystytä huomioimaan tällä anturilla.

Porausyksikön ottamasta virtamäärästä pystytään kuitenkin havaitsemaan myös poran kulumisesta aiheutuva suurempi arvo. Tätä arvoa voidaan tarkkailla logiikan välityksellä ja työkierto voidaan estää myös tällä tavalla. Sopivan raja-arvon asettaminen on kuitenkin hankalaa, koska porattavien akseleiden kovuus vaihtelee paljon.

Terärikon valvonnan suunnittelussa oli tärkeätä sijoittaa mekanismi sellaiseen paikkaan, jossa sen paikka pyörivään työkaraan nähden pysyy vakiona, vaikka porausaseman akseleita liikutellaan. Suhnerin porausyksikössä liikkuu aksiaalisuunnassa pyörivän karan lisäksi myös pinoli. Tästä syystä sylinterin päätykappaleen kohtisuora etäisyys porasta täytyy olla niin suuri, että myös pinoli mahtuu ohittamaan sen työliikkeen aikana. Liikkuvan pinolin halkaisija on 40 mm, joten sylinterin päätykappaleen kärki sijaitsee vähintään 21 mm:n päässä porauskeskiöstä, kun se on miinus-liikkeen pääty asennossa. Terärikkomekanismin sylinteriksi valittiin SMC CUK10-25D -merkinen paineilmatoiminen sylinteri, jossa on männänvarren lisäksi myös toinen akseli, jonka tehtävänä on estää männän pyöriminen. Mikäli mäntä pääsisi pyörimään vapaasti, niin päätykappale kääntyisi väärään kulmaan poraan nähden ja terärikon valvonta ei toimisi oikein. Terärikkosylinterin toimintamatka on 25 mm, joten se oli suunniteltava tarkasti oikealle paikalle.

Terärikonvalvonnan asennusteline koostuu kahdesta osasta. Molemmissa osissa aihioina käytetään kulmarautaa. Suurempi kulmarautoista kiinnitetään Suhner UST -asennustolppaan. Pienempään kulmarautaan tehdään ovaalin muotoiset urat, joilla saadaan säädettyä sylinterin etäisyyttä porausyksikön rungosta. Pora asetetaan 40mm:ä kiinnittimensä ulkopuolelle, jotta sillä pystytään poraamaan jokaisen akselin läpi. Terärikkosylinteri asennetaan niin, että porausyksikön ollessa alkuasennossa sylinterin päätykappaleella on mahdollista koskettaa poran pintaa, jotta logiikalle saadaan tieto poran eheydestä ja lupa seuraavalle työkierrolle.



KUVA 10. Terärikon valvontamekanismi

## 6.6 Turvallisuuden suunnittelu

Porausaseman suunnittelutyön suurin osuus oli saada se vastaamaan turvallisuudeltaan EY:n konedirektiiviä. Konedirektiivissä on tarkat määritelmät mitä koneelta vaaditaan, jotta se on asetusten mukainen. Porausasema eristettiin turvaverkoilla muusta solusta kolmelta sivulta. Turvaverkkojen korkeudeksi valittiin 2300 mm, jotta niiden ylitys saatiin mahdottomaksi ja näin henkilöiden joutuminen vaara-alueelle estetyksi. Turvaverkkojen korkeudet määräytyvät standardin SFS-EN953 mukaan. Sivu, josta robotti panostaa porausasemaa jäi avoimeksi. Tälle sivulle asennettiin SICK C4000 Basic Plus -merkkinen turvaloverho. Tähän turvaloverhoon päädyttiin, koska robottisolun sisäänkäyntiä valvova turvaloverho on saman merkkinen ja tyyppinen. Tämä takaa sen, että ne saadaan toimimaan yhdessä. Turvaloverhon korkeus on 1500 mm ja toimintamatka 0-6 metriä. Resoluutioksi valittiin 30 mm:ä, koska se on edullisempi vaihtoehto kuin 14 mm:n resoluutiolla varustettu valoverho. 14 mm:n resoluutiolla olevalla valoverholla olisi mahdollista pienentää turvaetäisyyttä, mutta tässä tapauksessa se ei ole tarpeen. Suurempi resoluutioisella valoverholla on pienempi vasteaika, mutta turvaetäisyyden laskentakaavalla sille saadaan kuitenkin suurempi etäisyys vaara-alueeseen, koska resoluution vaikutus on suuri kaavan jälkimmäisessä tulossa. Vasteajan suuruuteen vaikuttaa resoluution lisäksi myös suojattava korkeusalue. (SICK 2009, 48)

Turvaetäisyyttä laskettaessa täytyy saada selville koko järjestelmän yhteenlaskettu vasteaika. Porausaseman tapauksessa kokonaisvasteaikaan vaikuttaa turvaloverhon lisäksi myös turvareleen ja porausyksikön ohjausventtiilin vasteajat.



Turvareleenä järjestelmässä käytetään SICK UE-48-20S -mallista relettä (kuva 11), jonka vasteajaksi valmistaja ilmoittaa alle 25 ms (SICK 2015, 3). Porausyksikön aksiaaliliikkeen ohjausventtiilinä on paineilmatoiminen SMC:n 5/3 venttiili, jonka vasteaika on alle 15 ms (SMC 2015, 1). Turvavaloverhon vasteaika 14 ms (SICK 2009, 48). Turvaetäisyys lasketaan kaavalla 1.

Yhteenlaskettu Kokonaisvasteaikana on 54 ms:a

$$S = 2000 * 0,054 + 8(30 - 14) \text{ mm} = 236 \text{ mm}$$



KUVA 11. SICK UE48-20S turvarele (SICK 2015, 1)

Molempiin porausyksiköihin suunniteltiin liikkuvan työkaran ympärille ohutlevystä suojukset, joiden tarkoituksena on pienentää työtaturman riskiä. Suojien tehtävänä on estää sormien joutuminen vaaralliselle työalueelle, estää rikkoutunutta poraa ja työstölastuja sinkoutumasta ympäristöön sekä suojata leikkuunesteen leviämistä koneen ulkopuolelle. Karan suojusta on mahdollista säätää portaattomasti sopivalle etäisyydelle porattavasta akselistä. Suojukset valmistettiin sinkitystä yhden millimetrin vahvuisesta pellistä särmämällä. Sinkitty pelti ei tarvitse pinnalleen jatkokäsittelyä, sillä se on itsestään korroosionkestävää.

## 7 PORAUSASEMAN TIEDOT

Mitoiltaan uudesta porausasemasta tuli hiukan entistä asemaa suurempi, mutta se on mahdollista silti sijoittaa robottisoluun vanhan aseman paikalle (taulukko 4). Syvyyden ja korkeuden kasvaneet äärimitat johtuvat akseleiden liikematkojen pitenemisestä. Korkeussuunnassa kasvanut matka ei aiheuttanut lisätoimenpiteitä, sillä solu on varustettu niin suurella robotilla, että se pystyy panostamaan konetta korkeammallakin. Syvyys-suuntainen piteneminen aiheutti sen, että porausasemaa jouduttiin siirtämään lähemmäksi robottisolun takareunaa. Vanha asema oli turvaverkosta irti 300 mm, mutta nyt uusi asema on vain 100 mm:n päässä verkosta. Tämä aiheuttaa sen, että turvaverkkoon asennetaan varmuuden vuoksi suojapelti estämään mahdollisia nesteroiskeita tai sinkoutuvia työstölastuja. Turvaverkosta on kuitenkin vaara-alueelle matkaa yli 400 mm. Liitteessä kaksi on esitetty uuden porausaseman osakokoonpanokuva.

TAULUKKO 4. porausasemien mitat

	Leveys (mm)	syvyys (mm)	korkeus (mm)
Vanha asema	1350	500	1200
Uusi asema	1350	740	1570

Uuden porausaseman ympärille sijoitettava turvaverkko ja turvalaiverho lisäävät aseman vaatimia äärimittoja vielä entisestään. Tarvittava leveys tulee olemaan turvaverkon kanssa 1535 mm ja syvyys turvalaiverhon ja turvaetäisyyden kanssa 975 mm. Liitteessä kolme esitetään turvaverkon ja turvalaiverhon asennuspaikat porausaseman suhteen.

## 7.2 Akseleiden liikematkat

Porausaseman akseleiden liikematkat riittäisivät suurempienkin akseleiden poraamiseen, mikäli tulevaisuudessa porattavien akseleiden halkaisijat tai porattava korkeus kasvaa (taulukko 5). Akselit on sijoitettu pöytälevyyn niin, että niitä on mahdollista siirtää molempiin suuntiin. Paineilmatoimisella syöttöliikkeellä toimivan  $Z_2$ -akselin toimintasäteestä käytetään vain 60 mm, josta syöttöliikkeellä edetään 40 mm ja pikaliikkeellä 20 mm. Suhnerin BEM 6 porausyksikössä näitä liikkeitä voidaan säätää portaattomasti. Käyttämättä jäävä 20 mm:n liikematkka voidaan ottaa käyttöön, mikäli halutaan porausyksikön olevan kauempana kiinnittimestä kappaleenvaihdon yhteydessä tai jos akseleiden halkaisijat kasvavat tulevaisuudessa.

TAULUKKO 5. Porausaseman liikematkat

Akseli	X	Y	$Z_1$	$Z_2$
Liikematkka (mm)	115	250	90	80

B-akselilla porauskulmaa on mahdollista säätää  $50^\circ$ :teen kulmaan, mutta käytännössä säädettävä kulma tulee olemaan huomattavasti pienempi, sillä porauskulmaa tarvitsee säätää vain siinä tapauksessa, jos hammasakselissa on pariton määrä hampaita eikä hammasväli osu poran keskiön kanssa samaan kohtaan. Tällöinkin käännettävä kulma on vain muutamia asteita. A-akselin säätämiselle ei tällä hetkellä ole tarvetta, mutta sitä pystytään tarvittaessa kääntämään  $360^\circ$ .

Porausaseman Y-akselin liikematkaksi olisi riittänyt 100 mm, mutta Suhnerin UST -merkkisessä valmiskomponentissa liikematkana on 250 mm vakioasetuksena. Korkeussäädössä olevasta ylimääräisestä liikematkasta ei kuitenkaan ole haittaa porausaseman toiminnalle. Suhner UST -merkkisellä asennuspylväällä on suuri vaikutus koneen kasva-neeseen korkeuteen, sillä pylvään korkeus on 515 mm.

C-akselilta ei vaadita karan paikkatietoa, sillä koneessa ei ole automaattista työkalunvaihtoa. Ainoa tieto, joka C-akselilta vaaditaan, on karan pyörimisnopeustieto. Karan pyörimisnopeutta saadaan muutettua valitsemalla sopiva välityssuhde voimansiirron hihnapyörille. Suhnerin Automation expert -nimisen kirjan (Suhner, O., Buessinger, P. n.d., A22) mukaan 1:1 välityssuhteella saadaan karalle pyörimisnopeudeksi  $2900 \frac{1}{\text{min}}$ .

Tämä nopeus on tarpeeksi lähellä laskettua teoreettista pyörimisnopeutta, joten voiman-siirron välityssuhteeksi tulee 1:1.

### 7.3 Suhner BEM 6

Suhner BEM 6:n teknisestä tiedostosta (liite 1) löytyy koneen tekniset tiedot, käyttö- ja huolto-ohjeet, turvallisuus- ja asennusohjeet sekä varaosalista. Koneen asennuksessa on huomioitava, että porausyksikön suurin sallittu kiristysmomentti on 30 Nm. Kiristysmomentin ollessa liian suuri porausyksikön runko vääntyy ja työkara jumiutuu, eikä sen työliike ole enää mahdollinen. Porausyksikön paineilman suositeltava painealue on 5-7 baa-ria. Paineilman tulee olla laadultaan puhdasta ja linjassa pitää olla öljytin. Paineilman öljytin on laite, josta paineilmaan sekoittuu öljyä. Tästä muodostuva öljysumu kulkee putkistossa toimilaitteeseen ja ehkäisee sitä kulumasta ja vaurioitumasta. Öljyn on oltava laadultaan paineilmakäyttöön soveltuvaa. Porausyksikössä on suuntaventtiilinä paineil-matoiminen 4/2 venttiili, joka vaihdetaan 5/3 venttiiliin. Tällä saadaan parannettua ko-neen turvallisuutta, koska kolmetoimisessa venttiilissä on keskiasento, joka pysäyttää syöttöliikkeen koneen mennessä hätäpysäytystilaan. 4/2 venttiilillä kone jatkaa toimin-taansa syöttöliikkeen loppuasemaan ennen pysähtymistä. Tämä aiheuttaisi suuren vas-teajan koneelle ja turvaetäisyys muodostuisi suureksi. Koneen liikkuva kara on tässä opinnäytetyössä koteloitu suojaan, ettei sen liikealueelle pääsisi vasteajan puitteissa.

Koneen syöttö- ja pikaliikkeen liikematkan säätäminen tapahtuu poistamalla porausyski-kön päällä oleva suojakansi ja kääntämällä kannen alla olevia säätöruuveja. Syöttöliik-keen säätömekanismi koostuu karkeasta- ja hienosäädöstä. Karkealla säädöllä on indek-sireiät 10 mm:n jaolla, joten sillä saatu liikematkan säätö on kymmenellä jaollinen. Hie-nosäädöllä suurin liikematkan säätö on 10 mm, pikaliikkeen suurin liikematka on 70 mm. (Liite 1, 12)

Porausyksiköllä on muutamia huoltoa vaativia kohteita. Pinolin voitelu on suoritettava 40 käyttötunnin välein Mobil VACTRA-OIL No 2 öljyllä ja ohjausruuvin voitelu 100 käyt-tötunnin välein Blasolube 312 rasvalla. Karan laakerien rasvaus täytyy suorittaa 20 000 käyttötunnin jälkeen. Karan laakerien rasvaukseen käytetään KLÜBER ISOFLEX NBU 15 vaseliinia. Teknisestä tiedostosta löytyy koneenosille räjäytyskuvat ja varaosanume-rot, joita tarvitaan suoritettaessa koneen kunnossapitotehtäviä. (Liite 1, 15, 18–21)

## 7.4 Valoverhojen toiminta

Robottisolun turvallisuuden parantamiseksi siihen on lisätty toinen turvavaloverho porausaseman etupuolelle. Mikäli robottisolun toiminta-alueelle kulkua vartioivan turvavaloverhon valonsäde katkeaa, niin muiden solun koneiden, paitsi porausaseman, toiminta pysähtyy. Tällöin porausaseman turvavaloverho aktivoituu, mutta porausasema jatkaa vielä keskeneräisen työkierron loppuun. Mikäli myös porausaseman turvavaloverhon valonsäde katkeaa tämän jälkeen, aiheuttaa se porausasemalle hätäpysäytys toiminnon. Porausaseman turvavaloverho ei voi olla jatkuvasti valvontatilassa, koska konetta panostettaessa robotti katkaisisi valonsäteen ja aiheuttaisi hätäpysäytystilan.

Aiemmin robottisolussa oli vain yksi valoverho sen toiminta-alueen reunalla. Kun tämän valoverhon valonsäde katkesi, niin porausasema jatkoi työkiertonsa loppuun asti pysähtymättä ja vasta työkierron päätyttyä aseman toiminta lakkasi. Tämä oli suuri turvallisuusriski, sillä porausaseman vaara-alueelle pääsi liikkumaan helposti työkierron aikana. Porausasemalle ei tehty aiemmin hätäpysäytystä, koska se olisi aina rikkonut poranterän.

## 8 POHDINTA

Porausaseman suunnitteluprojekti oli jaettavissa kahteen osioon. Ensimmäinen osio oli koneen suunnittelu. Tämän porausaseman osien suunnittelussa on käytetty apuna Autodesk Inventor 3D CAD -ohjelmistoa. Kaikki koneen osat mallinnettiin ja niistä tehtiin kokoonpano- ja työkuvat. Kaikkiaan Inventorilla piirrettyjä kuvia kertyi useita satoja. Opinnäytetyöhön ei kuulunut uuden porausaseman käyttöönotto, joten vielä ei ole tiedossa toteutuuko suunniteltu asetusaikeiden lyheneminen. 3D-mallia on tutkinut usea asiantuntija AGCO Powerin puolesta ja se on saanut positiivista palautetta, joten oletettavasti uudella porausasemalla saadaan parannettua robottisolun ongelmana ollutta asetusten vaihtotyötä.

Projektin toinen osio oli saada porausasema vastaamaan EY:n konedirektiiviä. Tässä osiossa onnistuttiin hyvin ja uusi porausasema tulee olemaan huomattavasti turvallisempi kuin nykyinen. Turvallisuutta parantavia tekijöitä ovat porausaseman eristäminen muusta solusta, pyörivän karan ja liikkuvan pinolin koteloiminen suojapellin sisään sekä uuden turvavaloverhon asentaminen koneen etupuolelle. Porausasemassa otetaan käyttöön leikkuunestejärjestelmä, jotta saadaan pidennettyä porien elinkaarta. Pyörivän karan ympärillä olevan suojapellin tehtävänä on suojata myös leikkuunesteroiskeiden leviäminen ympäristöön.

Porausyksikön valinta oli tutkimustyön jälkeen helppo toteuttaa, sillä Suhnerin BEM 6 porausyksikkö oli vertailussa selvästi paras vaihtoehto tähän porausasemaan (liite 1). Ominaisuuksiltaan Suhner BEM 6 porausyksikkö tulee olemaan nykyistä Desoutter -merkkistä konetta selvästi parempi vaihtoehto. Lisäksi porausyksikön ympärille opinnäytetyössä suunnitelluilla liikeakseleilla on tukevammat rakenteet ja paremmat säätömahdollisuudet kuin nykyisellä porausyksiköllä. Porausyksikön valinta oli helppo perustella työn tilaajalle opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella, joissa kilpailijoiden ominaisuudet eivät olleet yhtä kattavia kuin Suhnerin.

Porausaseman läpimenoaikoja pystyttäisiin jatkossa lyhentämään, mikäli poraukseen käytettäisiin pikateräsporien sijaan kovametalliporia. Kovametalliporalla voidaan käyttää suurempia työstöarvoja kuin pikateräsporalla.

Tämä kuitenkin vaatisi tasaisen syöttöliikkeen, jota ei voida saada aikaan Suhnerin käyttämällä paineilmatoimisella sylinterillä. Tasainen syöttöliike saataisiin servomoottorin sovittamisella  $Z_1$ -akselille. Tämä olisi kuitenkin rahallisesti suuri investointi ja täytyy miettiä onko porausaseman läpimenoaikoja tarvetta pienentää. Toinen kehityskohde voisi olla porausyksikön moottorin vaihtaminen jarrulliseen moottoriin. Tällä toiminnolla moottori ja pyörimisliike saataisiin pysähtymään välittömästi, kun energiansyöttö moottorille katkaistaan.

Projekti on ollut erittäin mielenkiintoinen ja sitä on ollut mukava tehdä. On ollut hienoa nähdä kuinka monimutkaisia koneita on helppo rakentaa nykyaikaisilla mallinnusohjelmilla. Minulla on 20 vuoden kokemus konepaja-alan kunnossapitotöistä, mikä on helpottanut huomattavasti tässä koneensuunnittelutyössä. AGCO Power on myös entuudestaan tuttu ympäristö minulle, sillä olen työskennellyt siellä vuodesta 1998 lähtien projektiluontoisesti.

## LÄHTEET

AGCO Power. Luettu 21.12.2015.

<http://www.agcopower.com/>

Bodycote. Hiilitypetys. Luettu 21.12.2015.

<http://www.bodycote.fi/fi-FI/services/heat-treatment/case-hardening-without-subsequent-hardening-operation/nitrocarburising.aspx>

Lahden ammattikorkeakoulu. Robotiikka. 2008. Luettu 21.12.2015.

[http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf\\_tiedostot/Robotiikka\\_yleinen.pdf](http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/Robotiikka_yleinen.pdf)

Maantera. 2015. MONOmaster BEM6. Luettu 21.12.2015.

<http://www.maantera.fi/tuotteet/monomaster-bem-6/>

Malm, T., Kivipuro, M., Tiusanen, R. 1998. Laajojen koneautomaatiojärjestelmien turvallisuus. VTT. Luettu 21.12.2015.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1998/T1938.pdf>

Purros. Products. Luettu 21.12.2015.

<http://purros.wj88.net/model-pr3p-6034-self-feeding-drill-heads-drilling-units-factory-steel-hole-drilling-machine.html>

RobotWorx. What is a robot cell. Luettu 21.12.2015.

<https://www.robots.com/faq/show/what-is-a-robot-cell>

SICK. 12.4.2009. Operating instructions. Safety light curtain. Luettu 21.12.2015.

[https://www.sick.com/media/dox/3/33/933/Operating\\_instructions\\_C4000\\_Micro\\_C4000\\_Basic\\_Plus\\_C4000\\_Basic\\_C4000\\_Eco\\_Safety\\_Light\\_Curtain\\_en\\_IM0011933.PDF](https://www.sick.com/media/dox/3/33/933/Operating_instructions_C4000_Micro_C4000_Basic_Plus_C4000_Basic_C4000_Eco_Safety_Light_Curtain_en_IM0011933.PDF)

SICK. 12.2.2015. Safety relays. Luettu 21.12.2015.

[https://www.sick.com/media/pdf/2/92/292/dataSheet\\_UE48-2OS2D2\\_6024915\\_en.pdf](https://www.sick.com/media/pdf/2/92/292/dataSheet_UE48-2OS2D2_6024915_en.pdf)

SMC. Solenoid valves. Luettu 21.12.2015.

<http://docs-asia.electrocomponents.com/webdocs/0026/0900766b8002602d.pdf>

Sugino. 2015. Drilling and Tapping Unit. Luettu 21.12.2015.

<http://www.sugino.com/site/drilling-tapping-unit-e/sf-type-es2.html>

Suhner, O., Buessinger, P. n.d. Automation Expert. Brugg: Effingerhof AG.

Suhner. 7.2011. Tekninen tiedosto.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400.

Tubaileh, A., Hammad, I., Al Kafafi, L. 2.2007. Robot Cell Planning.

Wise tool. Tool design. Luettu 22.12.2015.

<http://www.wisetool.com/fit.htm>



**LIITTEET**

Liite 1. Suhner BEM6 tekninen tiedosto (Suhner 2011)

1/28



# Automation expert.

**SUHNER®**

**Bearbeitungseinheit**  
**Machining Unit**  
**Unité d'usinage**

**BEM 6-80****BEM 6-D****BEW 6**

Ⓓ Original-Betriebsanleitung

Ⓕ Dossier technique  
Traduction du «Original-Betriebsanleitung»

Ⓖ Technical Document  
Translations of the «Original-Betriebsanleitung»

**SUHNER**

DE

GB

FR

## BE 6



### BEM 6-80

Seite / Page 18 - 22



mit Spannzange  
with collet  
avec pince



ohne Getriebe  
without gear unit  
sans réducteur 1:1



mit Stellhülzenspindel  
with automotive bore type spindle  
avec broche pour douille



mit Entspänezyylinder  
with peck feed cylinder  
avec frein de déburrage

### BEM 6-D

Seite / Page 24 - 25



mit Spannzange  
with collet  
avec pince



mit Getriebe  
with gear unit  
avec réducteur 4:1



mit Stellhülzenspindel  
with automotive bore type spindle  
avec broche pour douille



mit Entspänezyylinder  
with peck feed cylinder  
avec frein de déburrage

### BEW 6

Seite / Page 26 - 27



mit Spannzange  
with collet  
avec pince



mit Getriebe  
with gear unit  
avec réducteur 1:4



mit Stellhülzenspindel  
with automotive bore type spindle  
avec broche pour douille



mit Entspänezyylinder  
with peck feed cylinder  
avec frein de déburrage

<b>DE</b>	<b>GB</b>	<b>FR</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Contents</b>	<b>Table des matières</b>
1. Sicherheitshinweise	1. Safety instructions	1. Instructions de sécurité
2. Technische Daten	2. Technical data	2. Caractéristiques techniques
3. Montageanleitung	3.	3.
4. Funktionsbeschreibung	4. Description of operation	4. Fonctionnement
5. Anschliessen der Einheit	5. Hook-up of unit	5. Raccordement de l'unité
5.1 Drehstrommotor	5.1 Threephase current motor	5.1 Moteur triphasé
5.2 Signalglieder	5.2 Proximity switches	5.2 Détecteurs
5.3 Pneum. Schnellvorschub	5.3 Pneumatic rapid advance	5.3 Avance rapide pneumatique
5.4 Entspannung	5.4 Peck feed	5.4 Débourrage
6. Inbetriebnahme	6. Start-up procedure	6. Mise en service
6.1 Drehzahlen	6.1 RPM adjustment	6.1 Réglage de la vitesse de broche
6.2 Hubeinstellung	6.2 Stroke adjustment	6.2 Réglage de la course de travail
6.3 Vorschubgeschwindigkeit	6.3 Feed rate adjustment	6.3 Réglage de la vitesse d'avance
7. Werkzeugspannelemente	7. Tool Holders	7. Porte - outil
8. Wartung	8. Maintenance	8. Entretien
9. Schmierstofftabelle	9. Lubricant - chart	9. Tableau de lubrifications
10. Bremszylinder	10. Brake cylinder	10. Cylindre de frein
10.1 Entspannfunktion	10.1 Peck feed funktion	10.1 Fonction débourrage
10.2 Ausführungen	10.2 Options	10.2 Versions
10.3 Hubbereiche	10.3 Stroke selection	10.3 Différentes courses
11. Schnittbild BEM 6 - 80	11. Cross section BEM 6 - 80	11. Plan en coupe BEM 6 - 80
Stückliste	Parts list	Liste de pièces
Drehzahlvarianten	Speed options	Variations des vitesses
12. Schnittbild BEM 6 D	12. Cross section BEM 6 D	12. Plan en coupe BEM 6 D
Stückliste	Parts list	Liste des pièces
Drehzahlvarianten	Speed options	Variations des vitesses
13. Schnittbild BEW 6	13. Cross section BEW 6	13. Plan en coupe BEW 6
Stückliste	Parts list	Liste des pièces

# SUNNER®

DE

## 1. Sicherheitshinweise

Alle unsere Bearbeitungseinheiten und Vorschubschlitten mit ihren Aufbauten und Zubehör sind Komponenten, die in allen Fällen in eine Struktur integriert werden. Zusammen ergibt dies eine Bearbeitungs-Produktionsmaschine.

Diese Struktur, generell ausgestattet mit einem Unterbau und einem Rundumschutz, gewährleistet in allen Fällen die Sicherheit für unsere Bearbeitungseinheiten und Vorschubschlitten, ausgerüstet mit unseren Aufbaukomponenten, Zubehör und Werkzeug.



1. Alle Arbeiten an dieser Bearbeitungs-Produktionsmaschine dürfen nur mit persönlicher Schutzausrüstung (Sicherheitsschuhe, Schutzbrille, Schutzhandschuhe, geeignete Schutzkleidung usw.) durchgeführt werden.

2. Die Maschine darf nur von ausgebildetem und autorisiertem Bedienpersonal eingeschaltet und betrieben werden. Die Zuständigkeiten bei der Bedienung der Maschine müssen klar festgelegt und eingehalten werden, damit unter dem Aspekt der Sicherheit keine unklaren Kompetenzen auftreten.

3. Schalten Sie den Maschinen-Hauptschalter aus, wenn Sie Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten durchführen und sichern Sie ihn gegen unbeabsichtigtes Einschalten (z.B. Vorhängeschloss anbringen!).

4. Behandeln Sie Werkzeuge mit Vorsicht; halten Sie die Werkzeuge sauber und scharf, beachten Sie die Anleitungen der Werkzeughersteller bezüglich Verwendung von Kühlmitteln und Werkzeugaufnahme-einrichtungen.

5. Verwenden Sie die zweckentsprechenden Werkzeuge; trimmen Sie kein Werkzeug für eine Anwendung, für die es nicht konstruiert ist.

6. Verwenden Sie immer Drehzahlen und Vorschübe, die dem Werkzeug und Werkstoff zugeordnet sind ohne die max. Drehzahlen der Bearbeitungseinheiten zu überschreiten.

7. Entfernen Sie Späne nie mit der blossen Hand, benutzen Sie dazu Spänehaken o.ä.

8. Belassen Sie Sicherheitseinrichtungen an ihrem Ort und in ihrer Funktion.

9. Verwenden Sie nur Original-Ersatzteile der Firma **SUNNER**; der Einsatz fremder Teile kann zu Störungen führen und bedeu-tet den Verlust der Gewährleistung.

GB

## 1. Safety Instructions

All of our machining units and feed slide units with mounted components including accessories are items that are being incorporated in a machining concept or process. Together with other components they become a part of machining or production piece of equipment.

Machining concepts generally feature a machine base with an all around enclosure to safeguard against personnel injury, which may be caused by the use of machining units with mounted components and accessories including cutting tools.

1. Use this machining and production unit with proper personal safety equipment only, such as safety shoes, safety glasses, work gloves, protective clothing, etc.

2. Equipment must be operated and serviced by trained and authorized personnel only! Responsibilities for the operation of equipment must be clearly defined and followed in order to ensure safety and to avoid any liability due to unclear assignments.

3. Disconnect main power supply before performing any maintenance, repair or changeover work. Guard against unintentional start-up by others. (Use a safety lock!)

4. Always handle tools with care. Keep tools clean and sharp. Carefully read tool instructions from tool manufacturer concerning proper coolant application and recommended tool holder system.

5. Always use the proper tool for your specific application. Never allow any tool to be used for a purpose it was not designed to perform.

6. Always follow recommended speed and feed data for your specific tool and material combination without exceeding the max. speed of the machining units.

7. Never allow to remove material chips by hand. Use a designated tool for this purpose.

8. Leave safety devices in place and periodically check for proper function.

9. Always use **SUNNER** spare parts to assure proper fit and function. Use of other than **SUNNER** parts may lead to malfunction of equipment and also automatically voids the warranty.

FR

## 1. Instructions de sécurité

Toutes nos unités d'usinage et de translation, avec leurs accessoires et équipements, sont des composants pour l'automatisation exclusivement destinés à être intégré dans une structure, laquelle formera une machine de production.

C'est cette structure, généralement composée d'un bâtis et d'une protection périphérique, qui assurera dans tous les cas la protection de sécurité de nos unités d'usinage et de translation avec leurs accessoires, équipements et outillages.

1. Tous les opérateurs sur la machine de production doivent être équipés personnellement de matériels de sécurité tels que: lunette, gants, chaussures de sécurité, habits selon prescriptions etc.

2. La mise en oeuvre et les réglages de nos composants et de la machine ne peuvent être assurés que par du personnel formé et habilité à cet effet. Des prescriptions clairement définies doivent être respectées par l'opérateur, afin que tous les aspects de la sécurité soient assurés avec compétence.

3. Lors des opérations de montage et de réglage, descendez le sectionneur principal. Assurez-vous contre un enclenchement intempestif (par exemple: un cadenas).

4. Manipuler les outils coupants avec précaution, les maintenir propre et affûté. Respectez les prescriptions des fabricants des outils et porte-outils.

5. N'utilisez les outils coupants que pour ce qu'ils ont été prévus.

6. N'utilisez que les vitesses de rotation et d'avance qui ont été conçues pour les outils coupants, sans dépasser les max. vitesses des unités d'usinage.

7. N'enlevez pas les copeaux avec les mains utilisez les crochets appropriés.

8. Maintenez les équipements et installations de sécurité en fonction et en place.

9. N'utilisez que des pièces de rechange d'origine provenant de la société **SUNNER**; l'emploi de pièce d'autres provenances peuvent entraîner des dysfonctions, ce qui pourra entraîner la perte de la garantie.



### 1. Istruzioni di sicurezza

Tutte le nostre unità operatrici e slitte di traslazione, con i loro accessori, sono componenti esclusivamente per l'automazione, destinati ad essere integrati in una struttura costituente una macchina di produzione.

Quella struttura, fondamentalmente costituita da un basamento e da protezioni periferiche, assicurerà in ogni caso la protezione di sicurezza alle nostre unità ed alle slitte, ai loro accessori ed utensili.



1. Tutti gli operatori della macchina di produzione devono essere dotati di materiali personali di protezione, quali: occhiali, guanti, scarpe di sicurezza, abiti secondo le prescrizioni, ecc.
2. La messa in funzione e la regolazione dei nostri componenti e della macchina devono essere eseguiti soltanto da personale addestrato e abilitato a ciò. Le responsabilità e le procedure per la messa in funzione e la regolazione della macchina, devono essere perfettamente determinate ed eseguite ai fini della sicurezza e per evitare ogni inconveniente dovuto a istruzioni poco chiare.
3. Scollegare la rete elettrica principale prima di effettuare regolazioni o lavori di manutenzione sulla macchina. Assicurarsi contro reinserimenti accidentali o involontari della tensione: ad esempio per mezzo di un blocco a chiave dell'interruttore principale.
4. Maneggiare sempre gli utensili con circospezione. Mantenere gli utensili puliti ed in buono stato. Leggere attentamente le istruzioni che devono essere date dal fornitore degli utensili, concernenti il sistema di raffreddamento degli utensili ed il sistema di serraggio degli stessi.
5. Usare sempre l'utensile da taglio corretto per l'uso specifico. Non permettere mai che un utensile da taglio sia utilizzato in modo non previsto.
6. Utilizzare sempre la velocità di rotazione e l'avanzamento previsti per l'utensile in funzione del materiale da lavorare senza oltrepassare la rotazione massima delle unità operatrici.
7. Non togliere mai i trucioli con le mani, ma utilizzare l'apposito utensile.
8. Non rimuovere mai le protezioni di sicurezza. Controllarne periodicamente l'efficacia.
9. Impiegare sempre ricambi originali **SUNNER**. L'uso di parti di ricambio d'altra provenienza può causare disfunzioni e comunque provoca l'immediato decadimento della garanzia.



### 1. Veiligheidsinstructies

Al onze bewerkingseenheden, voedingssleden en bijbehorende toebehoren zijn componenten die in alle gevallen in een bepaalde structuur geïntegreerd worden. Dit geheel vormt dan een bewerkings- en of produktiemachine.

Deze structuur, meestal geplaatst op een onderstel, en rondom voorzien van beschermplaten bieden in alle gevallen de veiligheid van onze booreenheden en voedingssleden, montagecomponenten, toebehoren en gereedschap.

1. Alle werkzaamheden aan deze machine mogen alleen met persoonlijke veiligheidsuitrusting (veiligheidsschoenen, veiligheidsbril, handschoenen, en gepaste kleding etc.) worden uitgevoerd.
2. De machine mag slechts door hiervoor opgeleid personeel worden bediend. Er moet duidelijk worden vastgelegd wie de verantwoording van de machine draagt, om eventuele onduidelijkheden van de veiligheid uit te sluiten.
3. Schakel de hoofdschakelaar uit wanneer onderhouds- en/of inspectie aan de machine wordt uitgevoerd, en zorg ervoor dat deze niet tussentijds kan worden ingeschakeld.
4. Behandel het snijgereedschap met voorzichtigheid en zorg dat het scherp en schoon blijft. Volg het advies van de leverancier op over het gebruik van koel- en opspanmiddelen.
5. Gebruik altijd snijgereedschap waarvoor het specifiek bestemd is. Gebruik nooit gereedschap wat voor een bepaald doel ongeschikt is.
6. Gebruik altijd de toerentallen en voedingen, die voor het snijgereedschap en materiaal geschikt zijn, zonder de maximale toerentallen van de eenheden te overschrijden.
7. Verwijder spanen nooit met blote handen en gebruik altijd een spanenhaak of alternatief.
8. Laat dingen voor de veiligheid op hun plaats en zorg ervoor dat ze periodiek worden gecontroleerd.
9. Gebruik alleen originele **SUNNER** onderdelen. Het gebruik van niet originele onderdelen kan storingen veroorzaken. Hierdoor vervallen alle garanties.



### 1. Sikkerhedsinstruktioner

Alle vore bearbejdningseenheder og tilspændingsslæder incl. tilbehør er komponenter, der indgår i et maskinkoncept eller en proces. Sammen med andre komponenter udgør de en bearbejdningssproduktions-maskine.

Dette maskinkoncept er almindeligvis bygget på et understativ forsynet med en skærmbeskyttelse hele vejen rundt. Dette yder sikkerhed for personalet mod vore bearbejdningseenheder og tilspændingsslæder, montagekomponenter, tilbehør og værktøj.

1. Bearbejdningssproduktionsmaskinen må kun betjenes af personale udstyret med personligt beskyttelsesudstyr (sikkerhedssko, beskyttelsesbriller, beskyttelseshandsker, egnet beskyttelsestøj m.v.)
2. Maskinen må kun installeres og betjenes af uddannet og autoriseret personale. Ansvar for betjening af maskinen må være helt klart defineret, således at der, hvad angår sikkerheden, ikke hersker tvil omkring kompetencen.
3. Slå hovedafbryderen fra når der foretages vedligeholdelses eller istandsættelsesarbejde og sørg for, at denne ikke bliver slået til af andre (f.eks. ved anbringelse af sikkerhedslås).
4. Behandl altid værktøj forsigtigt. Hold værktøjet rent og skarpt. Læs værktøjsfremstillers instruktioner nøje, især anvendelse af kølemidler og forskrifter for værktøjsholdere.
5. Anvend altid de til formålet foreskrevne værktøjer. Brug aldrig et værktøj til noget det ikke er konstrueret til.
6. Anvend altid de omdrejningstal og tilspændingshastigheder, der anbefales pågældende værktøj og emne uden at overskride det maksimale omdrejningstal for bearbejdningseenheden.
7. Fjern aldrig spåner med de bare hænder. Anvend altid et egnet værktøj.
8. Efterlad sikkerhedsanordninger funktionsdygtige og på deres respektive pladser.
9. Anvend kun originalreservede fra fa. **SUNNER**. Anvendelse af fremmede dele kan føre til driftstøj og forårsage tab af garantien.

# SUHNER®

**DE**

## 2. Technische Daten

• Gesamthub	80 mm
• Gebremster Hub	50 mm
• Vorschubkraft bei 6 bar	700 N
• Max. zulässige Drehzahl	10'000 min <sup>-1</sup>
• Rundlaufgenauigkeit	0.02 mm
• Luftanschluss Innen-ø	4 mm
• Betriebsdruck	5-7 bar
• Max. Bohrleistung in St 50	ø 6 mm
• Luftverbrauch	0.08 l/cm Hub
• Vorschub stufenlos regulierbar	
	10 - 10'000 mm min <sup>-1</sup>
• Werkzeugaufnahme	ER 16
• Stellschraubenaufnahme	DIN 55058 ST16
• Motorleistung	
3'000 min <sup>-1</sup> =	0,37/0,44 kW
1'500 min <sup>-1</sup> =	0,37/0,44 kW
• Nennspannung	
230/400/460V	50Hz/60Hz
• Motordrehzahl	
50 Hz	1450 min <sup>-1</sup> / 2900 min <sup>-1</sup>
60 Hz	1740 min <sup>-1</sup> / 3480 min <sup>-1</sup>
• Schutzart von Motor	IP 55
• Arbeitsdrehzahl	
50 Hz	562 - 8'000 min <sup>-1</sup>
60 Hz	675 - 9'600 min <sup>-1</sup>
• Getriebe	4:1 bez. 1:4
• max. Eingangsleistung	10'000 min <sup>-1</sup>
• Gewicht:	
BEM 6-80	ca. 16 kg
BEM 6 D	ca. 12 kg
BEW 6	ca. 6,5 kg
• Lackierung	
	RAL 5012 (hellblau)
	RAL 5013 (dunkelblau)

**GB**

## 2. Technical data

• Total stroke:	80 mm
• Feed stroke:	50 mm
• Feed force at 6 bar:	700 N
85 Psi:	154 lbs
• Speed max.:	10'000 min <sup>-1</sup>
• Concentricity:	0.02 mm
• Air connections ID of hose:	4 mm
• Operating pressure:	5-7 bar
• Max. drilling capacity in St 50:	ø 6 mm
• Air consumption:	0.08 l/cm stroke
• Feed rate	10-10'000 mm min <sup>-1</sup>
• Tool holder	ER 16
• Automotive quick change	
	DIN 55058 ST 16
• Motor capacity	
3'000 min <sup>-1</sup> =	0,37/0,44 kW
1'500 min <sup>-1</sup> =	0,37/0,44 kW
• Power supply	
230/400/460V	50Hz / 60Hz
• Motor	
50 Hz	1450 min <sup>-1</sup> / 2900 min <sup>-1</sup>
60 Hz	1740 min <sup>-1</sup> / 3480 min <sup>-1</sup>
• Typ of motor protection	IP 55
• Spindle	
50 Hz	562 - 8'000 min <sup>-1</sup>
60 Hz	675 - 9'600 min <sup>-1</sup>
• Gear unit	4:1 or 1:4
• Max input speed	10'000 min <sup>-1</sup>
• Weight	
BEM 6-80	ca. 16 kg
BEM 6 D	ca. 12 kg
BEW 6	ca. 6.5 kg
• Color	
	RAL 5012 (light blue)
	RAL 5013 (dark blue)

**FR**

## 2. Caractéristiques techniques

• Course totale	80 mm
• Course régulée	50 mm
• Force d'avance à 6 bar	700 N
• Vitesse max. admissible	10'000 min <sup>-1</sup>
• Tolérance de concentricité	0.02 mm
• Raccord air ø int.	4 mm
• Pression de travail	5-7 bar
• Cap. max. de perçage de l'acier 50	ø 6 mm
• Consommation d'air compr.	0.08 l/cm course
• Réglage de l'avance	10-10'000 mm min <sup>-1</sup>
• Fixation des outils	ER 16
• Broche pour douille	DIN55058 ST 16
• Puissance du moteur	
3'000 min <sup>-1</sup> =	0,37/0,44kW
1'500 min <sup>-1</sup> =	0,37/0,44kW
• Tension normale	
230/400/460V	50Hz/60Hz
• Vitesse du moteur	
50 Hz	1450 min <sup>-1</sup> / 2900 min <sup>-1</sup>
60 Hz	1740 min <sup>-1</sup> / 3480 min <sup>-1</sup>
• Protection du moteur	IP 55
• Vitesse de la broche	
50 Hz	562 - 8'000 min <sup>-1</sup>
60 Hz	675 - 9'600 min <sup>-1</sup>
• Réducteur	4:1 à 1:4
• Vitesse d'entrée max.	10'000 min <sup>-1</sup>
• Poids	
BEM 6-80	ca. 16 kg
BEM 6 D	ca. 12 kg
BEW 6	ca. 6.5 kg
• Couleur	
	RAL 5012 (bleu clair)
	RAL 5013 (bleu foncé)

## 3. Montageanleitung

Max. zulässige Abweichung für die Befestigung der Maschine.

Die Befestigung der Maschine erfolgt mit den im Gehäuse vorgesehenen Gewindebohrungen.

Schrauben der Güteklasse 8.8 müssen verwendet werden. Das Anzugsmoment für die Befestigungsschrauben beträgt maximal 30Nm.

## 3. Assembly instructions

Déviations maximale admissibles pour la fixation de la machine.

La fixation de la machine est réalisée à l'aide des trous taraudés prévus dans le corps de l'appareil.

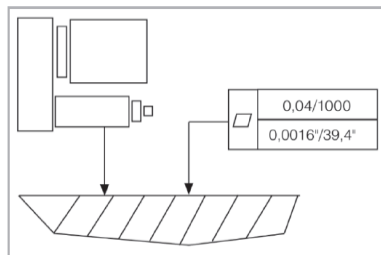
Utiliser des vis de la classe de qualité 8.8. Le couple initial de démarrage pour les vis de fixation est en maximum 30Nm.

## 3. Instructions de montage

Déviations maximales admissibles pour la fixation de la machine.

The machine is fastened at the bores provided in the housing.

Screws of quality grad 8.8 must be used. The starting torque for the holding down bolt is maximum 30Nm.





#### 4. Funktionsbeschreibung

Diese Pinoleneinheit ist mit einem pneumatischen Vorschub und einem hydraulischen Bremszylinder ausgestattet, welcher zur Einstellung der Vorschubgeschwindigkeit reguliert werden kann.  
 Der Hub (Eilhub, Arbeitshub) ist über einen Einstellmechanismus stufenlos einstellbar und in den Endlagen werden induktive oder pneumatische Signalglieder aktiviert, welche die Umsteuerung des pneumatischen Vorschubkolbens via externe Steuerung bewirken.  
 Die Drehzahl wird über eine Polygonwelle von der Antriebsnabe auf die Arbeitsspindel übertragen.



#### 4. Description of operation

This pneumatic feed drilling unit is equipped with a hydraulic brake cylinder, which allows to adjust the feed rate.

Rapid pneumatic advance and controlled feed stroke are adjustable within the total stroke limitations. Both end positions (extend and retract) are read by means of electric proximity switches and are used for the sequencing of the unit. An external pneumatic 4/2 position directional control valve is reversing the movement of the quill. A spline shaft is used for rotation of the spindle and translation (stocke) of spindle 4 quill assembly.



#### 4. Fonctionnement

L'avance de cette unité d'usinage à fourreau sortant s'effectue pneumatiquement, elle est équipée d'un frein hydraulique, permettant de régler l'avance travail.

Les courses (avance rapide, avance travail) sont réglables en continu par un système de réglage. Les fin de courses extrême sont contrôlés, soit par un détecteur inductif, soit pneumatique qui donnent le signal à un distributeur externe à l'unité, qui actionne le piston d'avance.  
 La rotation est transmise par un entraîneur accouplé à la broche de travail, en liaison avec un moyeu Polygone.



#### BEM 6 / 80

Die Leistung des montierten Drehstrommotors wird über einen Poly-V-Riemen übertragen. Je nach Paarung der auswechselbaren Riemenscheiben ergibt sich die Arbeitsdrehzahl der Spindel.



#### BEM 6 / 80

The power of drive motor is transmitted with pulleys and poly-V-belt. RPM of spindle is determined by the size and combination of pulleys, which are interchangeable.



#### BEM 6 / 80

La puissance du moteur triphasé monté est transmise par une courroie Poly-V. Les deux poulies permettent d'adapter la vitesse de la broche aux conditions de travail.



#### BEM 6-D

Bei dieser Einheit ist der Antriebsmotor in Linie mit der Arbeitsspindel montiert. Die Leistung wird durch eine Kupplung übertragen.  
 Die Drehzahl kann wie folgt verändert werden:

- durch Einbau von einem Getriebe
- durch Einbau eines entsprechenden Elektromotors mit der Polpaarzahl 2 bzw. 4



#### BEM 6-D

The drive motor on this unit is inline with the quill. The torque is transmitted with a coupling.

The speed can be changed as follows:

- adding one gear attachment.
- change number of poles, 2 or 4 of the electric motor.



#### BEM 6-D

Pour cette version d'unité le moteur est monté en ligne en liaison avec la broche de travail par un accouplement :

- Les vitesses de rotation peuvent être modifiées de la façon suivante :
- par l'implantation d'un réducteur
  - par le choix d'un moteur bi-polaires, 2 ou 4



#### BEW 6

Bei dieser Einheit erfolgt der Antrieb der Arbeitsspindel mittels biegsamer Welle (NA10 bzw. NA12). Durch einen Mehrfachantrieb können mehrere Bohreinheiten gleichzeitig angetrieben werden. Die Verbindung zwischen Bohreinheit und biegsamer Welle erfolgt durch einen Gleitanschluss (G28). Durch Einsetzen eines Getriebes (i=4:1) können verschiedene Drehzahlen erreicht werden.



#### BEW 6

The driving element on this unit is a flexible shaft type NA 10 or NA 12. A multiple drive housing allows to operate several (up to 8) units at the same time. The connection between drilling unit and flexible shaft is done with a slide coupling type G 28. The use of one reduction gear attachments (4:1) permits to change to different speeds.



#### BEW 6

Ce type d'unité d'usinage est entraîné en rotation de la broche par un arbre flexible (NA10 on NA 12). L'unité d'entraînement permet d'accoupler plusieurs unités en même temps. La liaison de l'unité d'usinage avec l'arbre flexible s'effectue à l'aide de accouplement (G28). Par la mise en place d'un réducteur planétaire (i=4:1) différentes vitesses de rotation peuvent être exécutés.

#### 5. Anschliessen der Einheit

##### 5.1 Drehstrommotor

Vor dem Anschliessen des Motors sind die Brücken des Klemmbrettes entsprechend der Netzspannung (230V, 400V, 460V) zu positionieren.

#### 5. Hook-up of unit

##### 5.1 Threephase current motor

Before connecting the unit to the power supply make sure that the voltage of motor (230 V, 400 V, 460V) corresponds with the voltage of power supply.

#### 5. Raccordement de l'unité

##### 5.1 Moteur triphasé

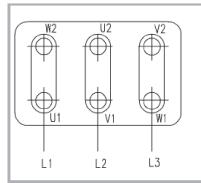
Placer les ponts conformément à la tension du réseau avant de procéder au raccordement électrique du moteur (230 V, 400 V, 460V).



**SUHNER®**

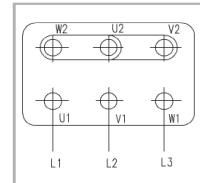
**DE**

50Hz / 60Hz  
 △ -Schaltung 230V  
 △ -Connection 230V  
 △ -Couplage 230V



**GB**

50Hz / 60Hz  
 Y-Schaltung 400V 460V  
 Y-Connection 400V 460V  
 Couplage Y 400V 460V



**FR**



Nach Anschluss des Motors ist die Drehrichtung der Arbeitsspindel zu prüfen. Bei falscher Drehrichtung wird die Umkehr durch Vertauschen von zwei beliebigen Netzleitern erreicht.

After completion of electrical hook-up procedure the spindle must be checked for proper rotation. Remove belt housing cover. Belt should rotate clockwise. In case of counter clockwise rotation switch any two power lines (L 1, L 2 or L 3) for clockwise rotation.

Il faut contrôler le sens de rotation de la broche après avoir branché le moteur. Corriger le sens de rotation non conforme par l'inversion de deux phases sur le moteur.

## 5.2 Signallieder

Die Versorgung der Näherungsschalter (Speisespannung 24V DC) erfolgt durch die übergeordnete Steuerung oder mittels separatem Netzteil.

Die Einheit wird wahlweise mit induktiven oder pneumatischen Signalliedern geliefert.

Die elektrischen oder pneumatischen Näherungsschalter sind werksseitig eingestellt. Der Anschluss ist wie folgt vorzunehmen:

Elektrisch	
blau	minus
braun	plus
schwarz	Steuerimpuls
Spannung	12 - 24 V DC
Ausgangsstrom	max. 200 mA
Ausgang	PNP

Pneumatisch	
Anschluss P	schwarz
Anschluss A	gelb
Speisedruck bei P	0 - 8 bar
Signaldruckbereich bei A	0 - Speisedruck

Ein defekter Näherungsschalter kann leicht selbst ausgetauscht werden. Hierzu wird der Gewindestift Pos. 31 gelöst, und der Schalter aus seiner Aufnahme herausgezogen. Beim Einbau des neuen Schalters muss die Spindel in die jeweilige Endlage gebracht werden. Anschliessend wird der Schalter soweit in die Aufnahme geschoben bis das Steuersignal anliegt. Danach Schalter mittels Gewindestift Pos. 31 wieder arretieren.

## 5.2 Proximity switches

Electric proximity switches are rated for 24 V DC and are used in conjunction with Programmable Logic Controllers (PLC's) or other control circuits.

The unit is equipped with either electric or pneumatic proximity switches.

The electrical or pneumatic proximity switches have already been set in the factory. Their connections are as follows:

Electrical	
blue	minus
brown	plus
black	control pulse
Voltage	12 - 24 V DC
Output current	200 mA max.
Output	PNP

Pneumatic:	
Connection P	black
Connection A	yellow
Supply press. range at P	0 - 8 bar
Signal press. range at A	0 - Supply press

The proximity switches can easily be changed in the event of faults, etc. Loosen the set screw 31 and remove the switch out of its holder. When installing the new switch the spindle must be brought to the appropriate end position. The proximity switch is then inserted into the holder until the control signal appears. The switch is then secured again with the set screw 31.

## 5.2 Détecteurs

L'alimentation des détecteurs de proximités (24 V CC) peut s'effectuer par l'intermédiaire de la commande, ou à partir d'une alimentation séparée.

L'unité est équipée soit avec des détecteurs inductifs, soit pneumatiques.

La position des fins des courses pneumatiques ou électriques est déjà ajustée en usine. Le raccordement de ces éléments s'effectue de la façon suivante:

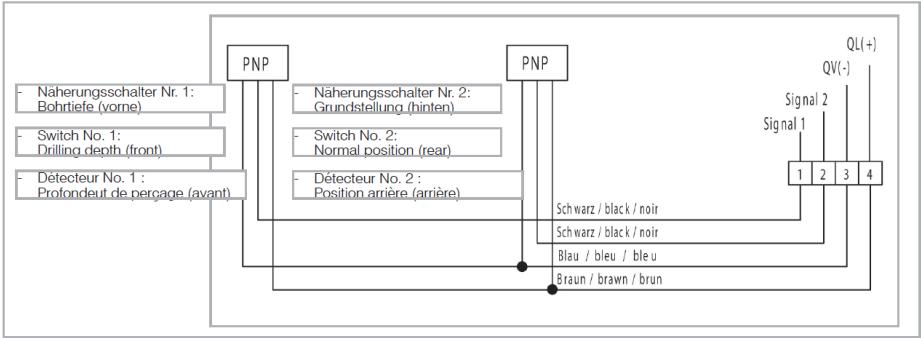
Fin de course électrique	
bleu	moins
brun	plus
noir	signal de commande
Tension	12 - 24 V CC
Courant de sortie	200 mA max.
Sortie	PNP


Fin de course pneumatique	
Raccord P	noir
Raccord A	jaune
Pression d'alimentation en P 0-8 bars	
Pression du signal en A	0 - press. d'alim.

Le remplacement d'un fin de course, par exemple à la suite d'une défectuosité, peut être réalisé facilement. Pour cela, il suffit de dévisser la vis sans tête pos. 31 et de sortir le fin de course de son logement. La mise en place du nouveau fin de course s'effectue en amenant la broche dans la position correspondant au fin de course concernée. Introduire ensuite le nouveau fin de course dans son logement jusqu'à l'apparition du signal de commande. Le fixer dans cette position au moyen de la vis sans tête pos. 31.

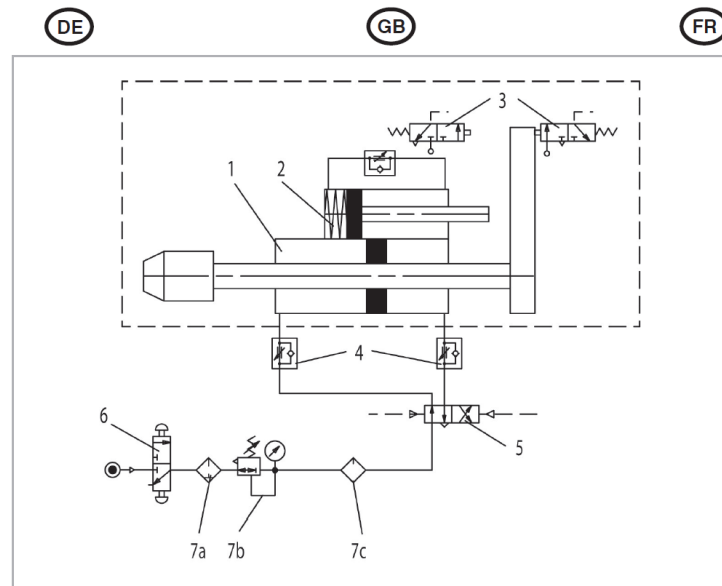


DE	GB	FR
Interne Klemmenbelegung	Terminal wiring internal	Schéma d'occupation des bornes interne
Näherungsschalter elektisch	Limit switch electrical	Fins de course électrique
QV; QL: Versorgung 24 V DC	QV; QL: Power 24 V DC	QV; QL : Alimentation 24 V CC
Signal 1, 2: Anschluss 4/2 Wegeventil (Katalog <b>SUNNER</b> )	Signal 1, 2: To 4/2 way directional control valve (Catalogue <b>SUNNER</b> )	Signal 1, 2 : Branchement au distributeur 4/2 (Catalogue <b>SUNNER</b> )



<b>5.3 Pneumatischer Schnellvorschub</b>	<b>5.3 Pneumatic rapid advance</b>	<b>5.3 Avance rapide pneumatique</b>
Der Betriebsdruck der Druckluftversorgung muss zwischen 5 und 7 bar liegen. Mittels Wartungseinheit muss eine zuverlässige Luftaufbereitung sichergestellt werden.	Recommend air pressure is between 70 and 100 psi. A FLR unit assures reliable performance of the pneumatic system of this unit.	La pression de travail doit se situer entre 5 et 7 bar. Une unité de conditionnement doit assurer la qualité parfaite de l'air.
 Es ist darauf zu achten, dass die Bohreinheit nur mit gereinigter und geölter Luft betrieben wird. Prinzip der Vorschubsteuerung (Pos. 1-3 <b>SUNNER</b> Lieferumfang)	It is important to run this unit with filtered and lubricated air only. Principle of feed control (Pos. 1-3 <b>SUNNER</b> deliver)	Il est important que l'unité ne fonctionne qu'avec de l'air comprimé filtré et lubrifié. Principe de la commande des avances (Pos. 1-3 <b>SUNNER</b> livraison)

# SUNNER®



1. Bearbeitungseinheit  
2. Hydraulischer Bremszylinder  
3. Endschalter  
4. Geschw.-Reguliertventil  
5. 4/2 Wege-Ventil  
6. Handschiebeventil  
7a. Filter  
7b. Druck-Regler  
7c. Oeler

1. Machining unit  
2. Hydraulic brake cylinder  
3. Limit switches  
4. Feed rate regulating valve  
5. 4/2 way valve  
6. Hand slide valve  
7a. Air filter  
7b. Pressure regulator  
7c. Oiler

1. Unité d'usinage  
2. Cylinder hydraulique de freinage  
3. Commutateurs fin de course  
4. Valve de régulation de vitesse  
5. Valve à 4/2 voie à impulsion d'air  
6. Valve à tiroir manuelle  
7a. Filtre à air  
7b. Mano-détendeur de pression  
7c. Huiler

## 5.4 Entspannung

Siehe Seite 16 / 10. Bremszylinder

## 5.4 Peck feed

See page 16 / 10. Brake cylinder

## 5.4 Débourrage

Voir page 16 / 10. Frein hydraulique

## 6. Inbetriebnahme



Vor Probelauf Elektroantriebsdeckel unbedingt wieder anbringen. Bei Erstsatz Pkt. 5.1 beachten.

## 6. Start-up procedure

Install belt Electric drive cover before running the unit. For first time start-up procedures refer to section 5.1.

## 6. Mise en service

Avant de procéder aux essais, impérativement remettre en place le couvercle de la boîte à bornes. Se référer au chapitre 5.1 pour la première utilisation.

## 6.1 Drehzahlen

BEM 6 / 80  
Nach dem Festlegen der erforderlichen Drehzahl lt. Werkzeugherstellangaben oder gemäss **SUNNER** Katalog, ergibt sich die entsprechende Riemenscheibenpaarung. Die Anordnung der Riemenscheiben erfolgt gemäss Drehzahlvarianten Seite 22. Vorgehen beim Wechsel der Riemenscheiben (siehe Schnittbild Seite 18-19):

## 6.1 RPM adjustment

BEM 6 / 80  
Determine required speed according to tool manufacturer or **SUNNER** catalog and select appropriate pulley combination. Positioning of pulleys according to instructions speed selection chart section page 22.

Change over procedure for pulleys (ref. cross section page 18-19):

## 6.1 Réglage de la vitesse de broche

BEM 6 / 80  
Après avoir déterminé la vitesse de rotation-broche selon le fabricant d'outils de coupe, ou les données du catalogue **SUNNER**, à cette vitesse correspond l'assortiment de poulies qui sont à sélectionner en page 22.

Ci-dessous les instructions pour changement de poulies (plan en coupe



- Demontage des Elektroantriebsdeckels Pos. 72 durch Lösen der 4 Innen 6kt.-Schrauben Pos. 55
- Lösen der Befestigungsschrauben Pos. 54
- Losdrehen der Motoraufhängung Pos. 57, 4x ca. 2 Umdrehungen
- Absenken des Motors über Stellschraube Pos. 56
- Entfernen des Riemens und der montierten Riemenscheiben
- Wellenende gegen Passungsrost einfetten (siehe Schmierstoffabelle Seite 15)
- Aufschieben der gewünschten Riemenscheiben mit Poly-V-Riem
- Poly-V-Riem mittels Stellschraube Pos. 56 spannen
- Verschraubungen (4 Stk.) der Motoraufhängung nach Ausrichten festziehen, Pos. 57
- Festziehen der Pulleyverschraubungen Pos. 54, wobei auf das Vorhandensein der Scheibe Pos. 64 zu achten ist.

BEM 6-D  
Drehzahlvarianten Seite 20

BEW 6  
Max. zulässige Spindeldrehzahl bei:  
i = 1:1 = 10'000 min<sup>-1</sup>  
i = 4:1 = 2'500 min<sup>-1</sup>  
Die Inbetriebnahme der BEW 6 Bearbeitungseinheiten entspricht der BEM 6 / 80 ausser der DrehzahlEinstellung und dem Gleitanschluss.  
Der Gleitanschluss ist mittels Zylinderschrauben (M6 DIN 912) an der Bearbeitungseinheit befestigt. Die biegsame Welle wird von hinten in den Kupplungshals eingeführt bis der Arretierknopf deutlich einrastet. Dabei spielt die radiale Position des Knopfes keine Rolle. Zum Entfernen der biegsamen Welle wird der Wellenschlauch solange gedreht, bis der Arretierknopf in der Bohrung sichtbar ist. Danach wird dieser mit einem Werkzeug niedergedrückt und die Welle kann abgekuppelt werden.

## 6.2 Hubeinstellung

Spindel mittels Druckluft (Anschluss siehe Fig. 3) oder von Hand in Ausgangslage bringen und Abdeckung entfernen. Gesamthub (Fig. 1).

Grobverstellung:  
Gewindestift 34 lösen. Die Hubeinstellung 27 mit Schraube 34.1 um 90° nach innen drehen und anschliessend axial verschieben bis sie in die gewünschte Stellung einrastet (Abstand zwischen den Einrasterungen beträgt 10mm). Die Hubeinstellung 27 mit Schraube 34.1 um 90° nach aussen (in



- Remove belt Electric drive cover 72, unscrew socket head cap screws 55
- Unscrew pulley connection 54
- Unscrew motor suspension bolts 57 (4 places) approx. 2 turns only
- Lower drive motor assembly by means of suspension bolt 56
- Remove poly-V-belt and pulleys
- Lubricate the shaft ends with to prevent fretting corrosion (see Lubr.-Chart page 15)
- Install desired size of pulley
- Align and tighten motor screws 57 (4 places)
- Poly-V-belt Pos. 56
- Tighten motor screws Pos. 57/58
- Tighten pulley connection with screw 54. Ensure that spring washer 64 are installed.

BEM 6-D  
Speed options according page 20

BEW 6  
Maximum permissible speeds:  
i = 1:1 = 10'000 rpm  
i = 4:1 = 2'500 rpm  
Start-up procedure for the BEW 6 drilling unit is the same as for the BEM 6 / 80 with exceptions to speed changes and G 28 slide coupling connection. The slide connection adapter is attached to the spindle housing with socket head cap screws (M6 DIN 912). The flexible shaft is inserted through the back of coupling adaptor until secured with spring clip and pin. Radial position of pin does not matter. To disconnect the flexible shaft from coupling adapter, simple align the pin with the cross hole. Depress pin with a tool to disengage pin and remove flexible shaft from coupling adapter.

## 6.2 Stroke adjustment

Bring spindle into the starting position by means of compressed air (connection see Fig. 3) or by hand and remove cover. Total stroke (Fig. 1).

Coarse adjustment:  
Release setscrew 34. Advance the stroke adjustment 27 by screwing screw 34.1 in-ward 90° and move spindle axially until it snaps into the desired position (distance between the positioning notches is 10mm). Retract the stroke adjustment 27 by screwing screw 34.1 outward 90° (into



page 18-19):

- Dévisser les 4 vis CHC pos. 55 et retirer le capot de protection pos. 72
- Dévisser les vis de fixation des poulies pos. 54
- Desserer les vis de fixation du moteur pos. 57 d'environ 2 tours
- Desserer la vis pos. 56 jusqu'à ce que la courroie soit détendue
- Retirer la courroie
- Retirer les poulies
- Il est important de graisser les bouts d'arbre à la graisse (Tableau des lubrifications page 15)
- Monter les nouvelles poulies
- Bloquer les vis de fixation des poulies pos. 54. Bien vérifier l'ordre de montage de la rondelle pos. 64
- Remonter la courroie et la tendre à l'aide de la vis pos. 56
- Bloquer les vis de fixation du moteur pos. 57/58
- Bloquer les vis de fixation des poulies pos. 54
- Remonter le capot de protection pos. 72 à l'aide des vis pos. 55.

BEM 6-D  
Variation des vitesses page 20

BEW 6  
Vitesses de rotation broche maxi pour:  
i = 1:1 = 10'000 min<sup>-1</sup>  
i = 4:1 = 2'500 min<sup>-1</sup>  
La mise en service de la BEW 6 correspond à l'unité d'usinage BEM 6 / 80, excepté les variations des vitesses et l'accouplement. L'accouplement à l'unité d'usinage s'effectue par la vis cylindrique (M6DIN912). L'arbre flexible est introduit dans l'alésage de l'accouplement, jusqu'à ce que le doigt-d'arrêt soit franchement enclenché, le jeu radial avec ce doigt-d'arrêt est sans importance. Pour enlever l'arbre flexible tourner la gaine jusqu'à ce qu'apparaisse le doigt-d'arrêt dans le trou, puis à l'aide, par exemple, d'un tournevis, enfoncer ce doigt-d'arrêt, ce qui permettra de désaccoupler l'arbre flexible.

## 6.2 Réglage de la course de travail

Amener la broche sur sa position initiale, à la main ou en utilisant de l'air comprimé (raccordement voir Fig. 3), et enlever le couvercle. Course totale (Fig. 1).

Réglage approximatif :  
Desserer la tige filetée 34. Tourner de 90 degrés vers l'intérieur le réglage de la course 27 avec la vis 34.1, puis le déplacer dans le sens axial jusqu'à ce qu'il se positionne sur la position souhaitée avec un bruit de déclic (la distance entre les crans est de 10mm). Ensuite, faire tourner de 90°

# SUHNER®

DE

die Ausgangsstellung) zurückdrehen und Gewindestift 34 anziehen.

#### Feinverstellung:

Um das genaue Mass X zu erreichen, die Schraube 34.1 lösen und den Anschlag auf das genaue Mass drehen. Eine Umdrehung entspricht 0,5 mm Hublängenverstellung. Auf dem Umfang des Anschlages sind 10 Markierungen angebracht, das heisst 0,05 mm pro Markierung. Der Bereich der Feinverstellung beträgt 10mm. Nach der Feinverstellung die Schraube 34.1 anziehen.

GB

the starting position) and tighten down setscrew 34.

#### Fine adjustment:

To adjust to the exact dimension X release screw 34.1 and turn the limit stop to the exact dimension. On rotation corresponds to a stroke length adjustment of 0,5mm. There are 10 markings on the circumference of the limit stop, i.e. 0,05mm per mark. The fine-adjustment range is 10mm. After the fine adjustment tighten down screw 34.1.

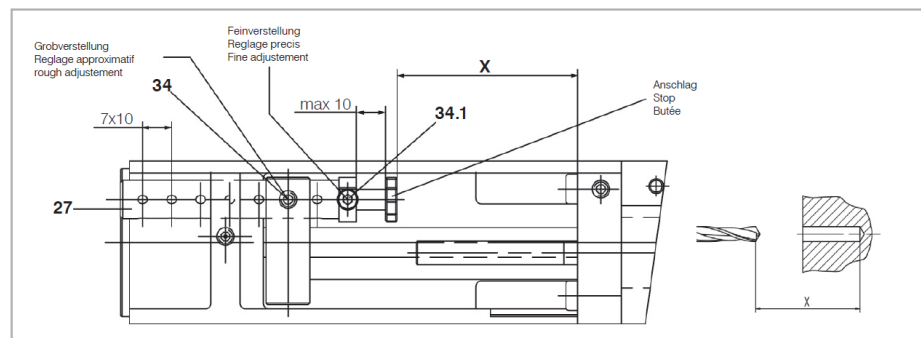
FR

vers l'extérieur le réglage de la course 27 avec la vis 34.1 (vers la position initiale), et serrer la tige filetée.

#### Réglage précis :

Pour obtenir la cote X précise, desserrer la vis 34.1 et positionner la butée sur la dimension correcte. Une rotation correspond à une modification de 0,5mm de la longueur de la course. Sur le pourtour de la butée, il y a 10 repères, autrement dit 0,05mm par repère. La plage du réglage précis est de 10mm. Après ce réglage précis, serrer la vis 34.1.

Fig. 1



#### • Eilhub (Fig. 2)

Der Weg des Eilhubes (Y) (ungebremster Teil des Hubes) wird mittels Verschieben des Bremszylinders eingestellt. Auch hier kann ein Messschieber oder Masstab als Einstellhilfe dienen.

#### • Rapid advance (Fig. 2)

The rapid advance distance (Y) (unretarded portion of the stroke) is set by means of collar 1 on the brake cylinder. Here a gauge or ruler can serve as an adjustment aid too.

#### • Approche rapide (Fig. 2)

Ajuster ensuite la course de l'approche rapide (Y) (partie non freinée de l'avance) au moyen de la bride sur le cylindre de freinage. L'utilisation d'un pied à coulisse peut également rendre de grands services lors de cet ajustement.

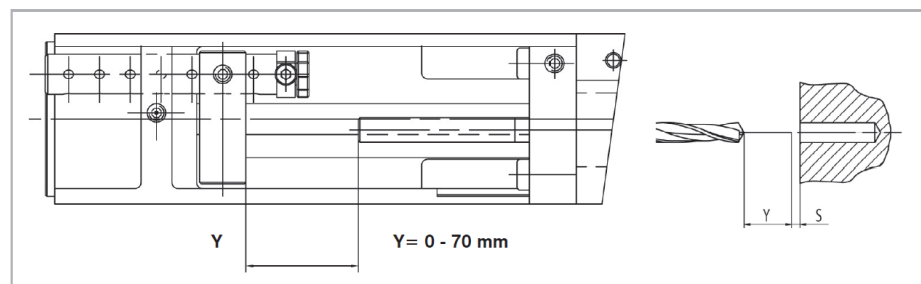


Sicherheitsabstand S berücksichtigen!

Safety distance S allow!

Tenir compte de l'écart de sécurité S !

Fig. 2



DE

**6.3 Vorschubgeschwindigkeit**

Für die Einstellung der Vorschubgeschwindigkeit müssen die entsprechenden Zuluftleitungen angeschlossen werden.  
 Die Geschwindigkeit des Arbeitshubes wird durch Drehen des Regulierventils vom Bremszylinder eingestellt.  
 Die Geschwindigkeit des Eilhubes (vor und zurück) kann über Regulierventile (siehe 5.3) in den Luftschläuchen eingestellt werden.

GB

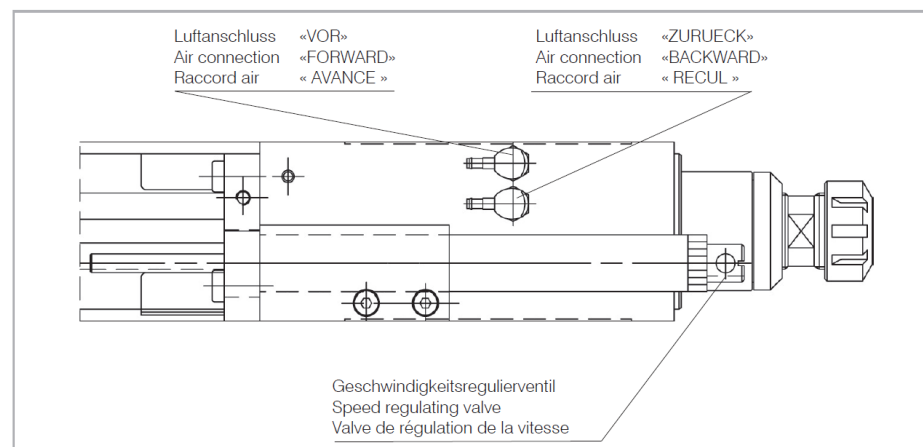
**6.3 Feed rate adjustment**

To make feed rate adjustments, air connections must be in place. Feed rates over the entire feed stroke are made by turning the speed regulating valve.  
 Fast approach and return stroke can be adjusted with inline air flow control valves (ref. section 5.3).

FR

**6.3 Réglage de la vitesse d'avance**

Les raccords doivent être branchés à fin de pouvoir effectuer les réglages des avances. La course travail est modifiée par la rotation de la valve de régulation située sur le frein hydraulique.  
 Les courses rapide (avance et recul) peuvent être ralenties par l'incorporation d'un étrangleur sur les raccords pneumatique (voir 5.3).

**Fig. 3****7. Werkzeugspannelemente**

Einsetzen der Spannzange

Spannzange in die Spannmutter einführen, bis der Ausziehappen in die Nute der Zange einrastet.  
 Spannmutter mit Spannzange gemeinsam auf die Arbeitsspindel aufschrauben.  
 Werkzeug in die Zange einführen und Spannmutter fest anziehen.

Spannzangen Typ ER 16

Durchmesser	Best.-Nr.
1,0...0,5	142 233
1,5...1,0	142 234
2,0...1,5	142 235
2,5...2,0	142 236
3,0...2,5	142 237
4,0...3,0	142 238
5,0...4,0	142 239
6,0...5,0	142 240
7,0...6,0	142 241
8,0...7,0	142 242
9,0...8,0	142 243
10,0...9,0	142 244

**7. Tool Holders**

Collet installation

Insert collet into the clamping nut until the extractor tongue engages in the groove in the collet.  
 Screw clamping nut and collet together onto the working spindle.  
 Insert tool in collet and tighten clamping nut firmly.

Collets Type ER 16

Diameter	Order-No.
1.0...0.5	142 233
1.5...1.0	142 234
2.0...1.5	142 235
2.5...2.0	142 236
3.0...2.5	142 237
4.0...3.0	142 238
5.0...4.0	142 239
6.0...5.0	142 240
7.0...6.0	142 241
8.0...7.0	142 242
9.0...8.0	142 243
10.0...9.0	142 244

**7. Porte-outil**

Mise en place de la pince

Insérer la pince dans l'écrou de fixation jusqu'à ce que la came est dans la fente.  
 Visser l'écrou de fixation et la pince ensemble sur la broche.  
 Introduire l'outil dans la pince et visser fortement l'écrou.

Pinces Type ER 16

Diamètre	No de commande
1,0...0,5	142 233
1,5...1,0	142 234
2,0...1,5	142 235
2,5...2,0	142 236
3,0...2,5	142 237
4,0...3,0	142 238
5,0...4,0	142 239
6,0...5,0	142 240
7,0...6,0	142 241
8,0...7,0	142 242
9,0...8,0	142 243
10,0...9,0	142 244



## Schnellwechseleinsätze

Typ	Best.-Nr.
SE 16 / ER 16	05064902
SE 16 / VB	05064905

## Spannmuttern

Typ	Best.-Nr.
Spannmutter UM / ER 16	05061301
Schnellspannmutter SM/ER 16	05064901

Weiteres Zubehör siehe Hauptkatalog.



## Quick-change adapters

Typ	Order-Nº.
SE 16 / ER 16	05064902
SE 16 / VB	05064905

## Clamping nuts

Typ	Order-Nº.
Collet nut UM / ER 16	050 613 01
Clamping nut SM/ER 16	050 649 01

For tool accessories see catalogue principal.



## Adaptateurs pour changement

Typ	Nº de commande
SE 16 / ER 16	05064902
SE 16 / VB	05064905

## Ecou de serrage

Type	Nº de commande
Ecou de raccord UM / ER 16	05061301
Ecou de serrage SM/ER 16	05064901

Autres accessoires, voir catalogue général.

## 8. Wartung

Die Bohrspindeln sind durch dauergeschmierte Lager wartungsfrei. Es ist darauf zu achten, dass die Bohrspindeln nur mit gereinigter und geölter Druckluft betrieben und gelegentlich gereinigt werden.

## 8. Maintenance

The drilling units have permanently greased bearings, and so need no maintenance. Care must be taken that the drilling spindles are operated only with cleaned and oiled air.

## 8. Entretien

Etant équipées de paliers avec graissage permanent, les unités d'usinage ne nécessitent aucun entretien. Veiller toutefois à ce que l'air comprimé utilisé soit propre et légèrement huilé.



## 9. Schmierstofftabelle



## 9. Lubrication - chart



## 9. Tableau de lubrifications

Einheit Unit type Type	Komponenten Components Organes à lubrifier	ISO Klassifikation ISO classification Classification ISO	Original Schmiermittel Original lubricant Lubrifiant d'origine	Stundeneinsatz Hour of operation Intervention en heures	
				Standkontrolle Level control Contrôle niveau	Schmierstoffwechsel Change of oil / lub. Vidange lubrification
BEM 6 D BEM 12 D BEM 6/80 BEM 12/80 BEM 12/150  GEM 6 GEM 16  BEA 14  BEWI 4 BEWI 6 BEWI 12	Lager Bearings Roulements	KP2 K DIN 51 825	KLÜBER ISOFLEX NBU 15		20'000
	Antriebsnabe, -Welle Drive shaft Entaineur, Arbre	--	Staburags NBU 30 PTM		--
	Pinole Quill Fourreau	--	Mobil VACTRA-OIL No 2		40
	Arbeitsspindel Drive shaft (Polygon) Broche de travail	--	Centoplex CX 4 / 375 AU		--
	Leitpatrone Leadscrew Patronne	--	Blasolube 312		100
Getriebe 1:4/ Gear box 4:1 Réducteur	Lager mit Fettschmie- rung Bearing with grease Roulement à la graisse	--	KLÜBER ISOFLEX NBU 15	--	--
BEL 8	Ölschmiernebel Oil mist lubrication Brouillard d'huile	22	MOBIL OIL DTE Light	--	--
UA 15 UA 30	Linearkugelumlauf- schlitten Ball screw slides Patins à billes	KP2 K DIN 51 825	KLÜBER ISOFLEX NBU 15	--	monatlich Nach- schmieren
	Kugelrollspindel Ball screw spindle Ecrou à billes	KP* K DIN 51 825	KLÜBER ISOFLEX NBU 15	--	monatlich Nach- schmieren
	Hydr. Kreislauf Hydraulic circuit Circuit hydraulique	HV 32	ESSO UNIVIS 32	24	2'000
WFK 6 WFK 12	Lager mit Fettschmie- rung Bearing with grease Roulements à la graisse	KP2 K DIN 51 825	KLÜBER ISOFLEX LDS18A	40	1'000
	Tauchschrüierung Oil bath lubrication Huile de barbotage	F 220	SHELL TELLUS S 220	40	1'000
	Ölschmiernebel Oil mist lubrication Brouillard d'huile	ISO 32	SHELL TELLUS C 32	40	1'000
MH.. MHF	Lager mit Fettschmie- rung Bearing with grease Roulements à la graisse	KP2 K DIN 51 825	KLÜBER ISOFLEX LDS 18A	40	1'000
	Tauchschrüierung Oil bath lubrication Huile de barbotage	F 220	SHELL TELLUS S 220	40	1'000
	Ölschmiernebel Oil mist lubrication Brouillard d'huile	ISO 32	SHELL TELLUS C 32	40	1'000

## Vergleichsliste

## Cross reference chart

## Tableau de correspondance

ISO	Fuchs MR5	FD 22	G 68	HV 22	HV 32	F220	ISO 32
BP	Bartran 22	HLP-D22	MACCURIAT 68	SHF 22	SHF 32	/	//
CASTROL	Hyspin AWS 22	/	MAGNA 68	HYSPIN AWH22	HYSPIN AWH 32	/	/
ELF	/	SPINELF 22	MOGLIA 68	HYDRELF 22	HYDRELF 32	/	/
ESSO	/	SPINESSO 22	FEBIS 68	UNIVIS 22	UNIVIS 32	NUTO 150	TER ESSO 32
MOBIL	D.T.E. light	VELOCITE 10	VACTRA 2	/	DTE 13	DTE EXTRA HEFI	DTE LIGHT

# SUHNER®

DE

## 10. Bremszylinder

### Technische Daten

Geschwindigkeit 0-10m/min.  
Arbeitstemperatur 0-70° C

Der Bremszylinder dient zur Einstellung der Vorschubgeschwindigkeit des Arbeitshubs.  
Der Bremszylinder Typ E kann zusätzlich für einen Entspänezyklus eingesetzt werden. Dazu ist eine separate Entspänesteuerung notwendig.



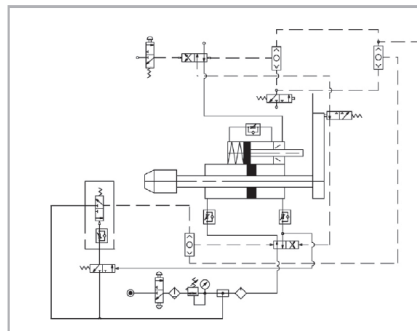
- Die Kolbenstange darf keiner radialen Belastung ausgesetzt werden.
- Die Betriebstemperatur sollte 70°C nicht überschreiten.
- An der Kolbenstange dürfen keinerlei Teile angebracht werden.
- Für die Verstellung müssen die Klemmschrauben Pos. 36 vollständig gelöst werden. Der Bremszylinder darf nicht mittels Schlägen verstellt werden.
- Die Kolbenstange muss vor Verunreinigungen und Flüssigkeiten geschützt werden.
- Der Bremszylinder stellt ein geschlossenes System dar und bedarf keinerlei Wartungsaufwand. Sollten am Bremszylinder irgendwelche Störungen auftreten, ist er unverzüglich in unser Werk zu retournieren.

### 10.1 Entspänefunktion

Für die Entspänefunktion ist die Bohreinheit mit einem Entspänezyklus Typ E (Pos. 151) ausgerüstet. Durch einen Luftimpuls wird der Bremszylinder in seinen Ausgangspunkt zurückgestellt. Um die Entspänefunktion auszuführen, benötigt man eine zusätzliche Entspänesteuerung.

#### Beispiel:

Schaltschema / Circuit-plan / Schéma des circuits



16

GB

## 10. Brake cylinder

### Technical data

Feed rate 0-10m/min.  
Operating temperature 0-70° C

Brake cylinder assembly is used to regulate feed rates.  
Brake cylinder assembly can be used for peck feed cycles. A separate peck feed control unit is required.

- Do not subject brake cylinder rod to any side load.
- Operating temperature of housing should not exceed 70°C (+155 °F).
- Do not attach any objects to piston rod.
- Positioning of brake cylinder assembly requires to unscrew clamping screws (Item 36). Do not adjust position by hitting the brake cylinder.
- Protect brake cylinder rod from any contaminants and liquids.
- Brake cylinder is an enclosed system and does not need any maintenance.
- In case of any malfunctioning of brake cylinder assembly, it is recommended to return it immediately to the factory.

### 10.1 Peck feed function

To perform peck feed operations, the drilling unit must be equipped with a peck feed brake cylinder assembly Type E (Item 154). An air impulse at the end of the drilling depth will reset the brake cylinder rod. A control system with peck feed features necessary.

#### Example:

FR

## 10. Cylindre de frein

### Caractéristiques techniques

Vitesse d'avance 0-10m/min.  
Température de travail 0-70° C

Le cylindre de freinage à pour fonction le réglage de l'avance travail.  
Le cylindre de freinage type E est conçu pour la fonction débouillage et nécessite de ce fait une commande de débouillage séparée.

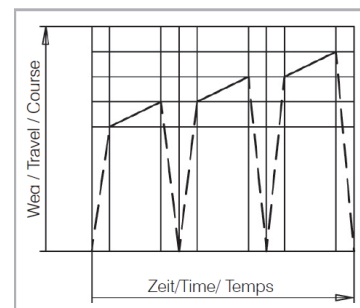
- Veiller à ce que la tige du piston ne soit soumise à aucune charge radiale.
- La température de service ne doit pas dépasser 70°C.
- Eviter des chocs avec des pièces contre la tige du piston.
- Pour les opérations de réglage, les vis position 36 doivent être desserrées entièrement. Ne pas marteler sur le cylindre de freinage pour modifier sa position.
- La tige du piston doit être protégée contre les salissures et les liquides.
- Le concept du cylindre de freinage est en circuit fermé, ne nécessite de ce fait aucun entretien.
- En cas de disfonctionnement pour tous motifs, le cylindre de freinage doit être retourné en nos usines.

### 10.1 Fonction débouillage

Pour les cycles de débouillage, l'unité d'usinage est équipée d'un cylindre de débouillage Typ E (Pos.151). Par l'impulsion pneumatique la tige du cylindre de freinage est ramenée en sa position initiale, pour la réalisation de cette fonction, une commande-débouillage supplémentaire est nécessaire.

#### Exemple :

Weg-Zeit-Diagramm  
Travel-time-diagram  
Diagramme Course-Temps





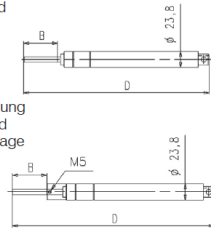
DE

## 10.2 Ausführungen

Standardausrüstung der Bearbeitungseinheiten mit HB50 / HB50E

Standard  
Standard  
Standard

Entspannung  
Peckfeed  
Débourrage



GB

## 10.2 Options

Standard equipment with machining units: HB50 / HB50E

FR

## 10.2 Versions

Equipment standard des unités d'usinage avec les HB50 / HB 50E

Type Type Type	Hub max. Stroke max. Course max.		Länge Lenght Longueur		Best.-Nr. Order N° N° de cde.
	B		D		
	mm	inch	mm	inch	
HB-25	25	1	199	7,83	58 808 01
HB-50	50	2	276	10,87	58 808 02
HB-75	75	3	352	13,85	58 808 03
HB-25 E	25	1	212	8,35	58 808 04
HB-50 E	50	2	294	11,57	58 808 05
HB-75 E	75	3	370	14,56	58 808 06

## 10.3 Hubbereiche

## 10.3 Stroke selection

## 10.3 Différentes courses

Luftanschluss Ø 3  
Air connection Ø 0.12"  
Raccord pneumatic Ø 3

☐ Standard  
☐ Standard  
☐ Standard

☐ Entspannung  
☐ Peckfeed  
☐ Débourrage

**E**

Typ Type Type	Eilhub Rapid advan. Appr. rapide		Arbeitshub Working stroke Course travail		X = C+D-282 (11.1")	
	C		D		X max.	
	mm	inch	mm	inch		
HB-25	13-70	0.5-2.75	0-25	0-1	-	-
HB-50	0-70	0-2.75	0-50	0-2	64	2.52
HB-75	0-70	0-2.75	0-75	0-3	140	5.52
HB-25 E	0-55	0-2.16	0-25	0-1	-	-
HB-50 E	0-30	0-1.14	0-50	0-2	42	1.65
HB-75 E	0-4	0-0.16	0-75	0-3	92	3.62

**C+B = max. 80 mm (3.15")**

**SUHNER®**
**DE**

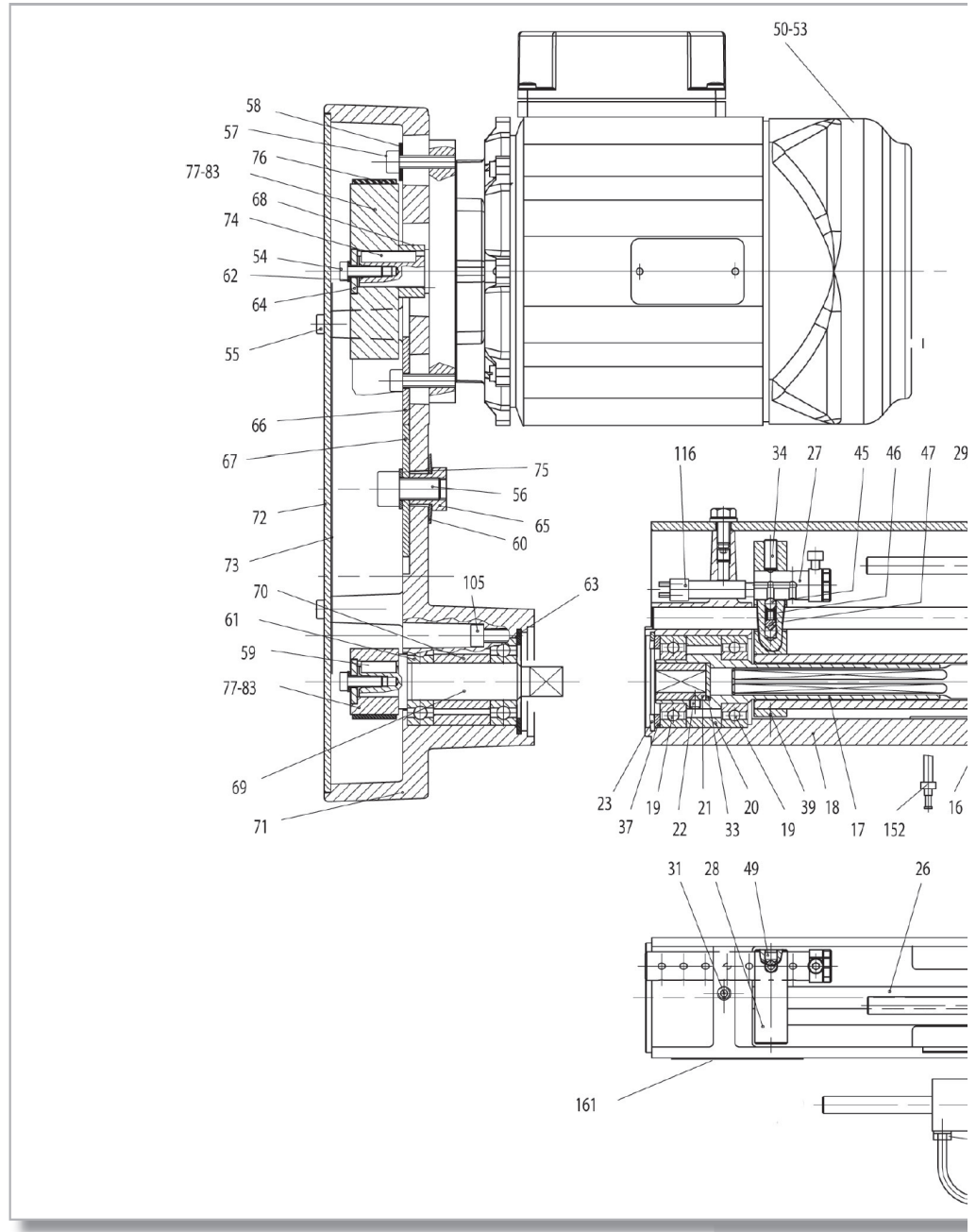
11. Schnittbild BEM 6/80

**GB**

11. Cross section BEM 6/80

**FR**

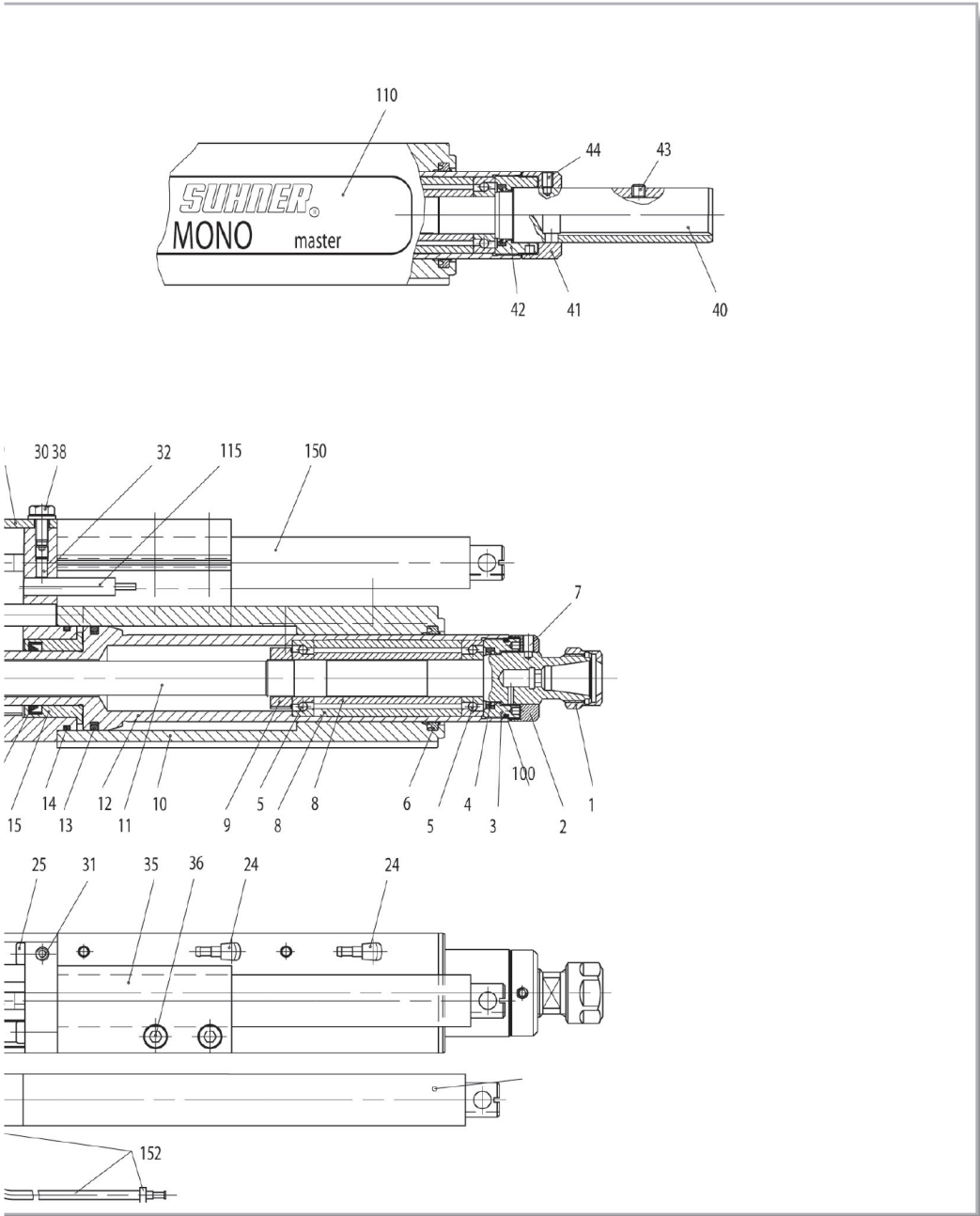
11. Plan de coupe BEM 6/80



DE

GB

FR





## Stückliste BEM 6/80



## Parts list BEM 6/80



## Liste de pièces BEM 6/80

Quan.	Pos.	Benennung	Description	Désignation	Art. No.
1	1	Spannmutter	Tension nut	Ecrou de serrage	05061301
1	2	Abdeckring	Covering ring	Anneau de recouvrement	05778102
1	3	Verschluss	Retainer	Fermeture	05049601
1	4	INA-Dichtring	INA seal ring	Bague d'étanchéité	02784833
1	5	Schräggugellagerpaar	Precision-shoulder bearings	Roul. à contact oblique	05061201
1	6	Abstreifer	Wiper	Racleur	02823702
1	7	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	02758914
1	8	Distanzhulsenpaar	Spacer sleeve pair	Paire de douilles d'écartement	05049901
1	9	Nutmutter	Slotted nut	Ecrou rainuré	02804903
1	10	Spindelgehäuse	Spindle housing	Carter de la broche	05880201
1	11	Spindel	Spindle	Broche	05887101
1	12	Pinole	Pinion	Fourreau de la broche	05051201
1	13	Zylinderdichtung	Packing ring	Segment d'étanchéité	05063401
1	14	O-Ring	O-ring	Joint torique	02783059
1	15	Führungsbüchse	Guide bush	Manchon de guidage	05051501
1	16	Lippenring	Lip ring	Bague d'étanchéité	02784208
1	17	Antriebsnabe	Drive hub	Moyeu d'entraînement	05051601
1	18	Antriebsgehäuse	Drive housing	Bollier	07783401
2	19	Rillenkugellager	Deep-groove ball bearing	Roulement à billes	02769645
1	20	Distanzring	Spacer ring	Bague d'espacement	05051801
1	21	Mitnehmer	Driver	Bride entraineur	05051901
2	22	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	02759098
1	23	Seeger L-Ring	Seeger Circlip L	Circlips-Seeger L	02766724
2	24	Stecknippel	Nipple	Raccord	02806202
4	25	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02756131
1	26	Verdrehsicherung	Retainer	Limiteur de couple	05980301
1	27	Hubverstellung	Stroke adjustment	Réglage de la course	07782901
1	28	Anschlag	Stop	Butée	07783301
1	29	Abdeckung	Covering	Chapeau	07783901
2	30	Sechskantschraube	Hexagonal bolt	Vis à tête hexagonale	02832901
2	31	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	04989350
2	32	Druckbolzen	Pin	Goujon	05044802
1	33	Abdeckscheibe	Cover	Anneau réducteur	05058802
1	34	Kugelspannschraube	Ball tipped screw	Vis à bille	02826102
1	35	HB-Halter	HB support	Support du HB	05880901
2	36	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760258
1	37	Stützscheibe	Support-plate	Baquer d'appui	05063501
1	38	Scheibe	Washer	Rondelle	02781435
1	39	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760253
1	40	Spindel	Spindle	Broche	05887201
1	41	Abdeckring	Covering ring	Anneau de recouvrement	05883201
1	42	Verschluss	Retainer	Fermeture	05244301
1	43	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	04989350
1	44	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	02758913

		DE	GB	FR	
Quan.	Pos.	Benennung	Description	Désignation	Art. No.
1	45	Stahlkugel	Ball	Bille	02768515
1	46	Druckfeder	Spring	Ressort	05935801
1	47	Druckstück	Press pin	Tige d'éjection	07783201
1	49	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	02759020
1	50	El-Motor	El-Motor	Moteur électr.	page 22
2	54	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02756121
4	55	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02756121
1	56	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760284
4	57	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760253
3	58	Unterlegscheibe	Washer	Rondelle	05888501
1	59	Passfeder	Feather key	Clavette	02784748
1	60	Tellerfeder	Disc spring	Ressort Belleville	02799303
2	61	Rillenkugellager	Deep-groove ball bearing	Roulement à billes	02766884
2	62	Federring	Spring washer	Anneau à ressort	02780004
1	63	Sicherungsring	Retaining ring	Circlip	02766726
2	64	Scheibe	Disc	Washer	05057301
1	65	Büchse	Bush	Douille	05059301
1	66	Anschlag	Stop	Butée	05059501
1	67	Excenterscheibe	Came disc	Excentrique	05059401
1	68	Distanzring	Spacer ring	Excentrique	05057101
1	69	Antriebswelle	Drive shaft	Arbre moteur	05822401
1	70	Distanzbüchse	Spacer ring	Entretoise	05818601
1	71	Gehäuse	Housing	Boîtier	05781901
1	72	Deckel	Cover	Couvercle	05782101
1	73	Drehzahlschild	Speed data plate	Plaque de vitesse de rotation	05878001
1	74	Passfeder	Key	Clavette	Moteur
1	75	Unterlegscheibe	Washer	Rondelle	02779814
1	76	Poly-V-Riemen	Poly-V-Belt	Courroie Poly-V	page 22
1	77	Riemenscheibe Motor	Motor pulley	Poulie motrice	page 22
1	83	Riemenscheibe Spindel	Spindle pulley	Poulie réceptrice	page 22
1	100	O-Ring	O-ring	Joint torique	02684036
4	105	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760256
2	110	Namenschild	Name plate	Plaque d'identité	05849901
2	115	Endschalter elektrisch	Limit switch elec.	Fins de course électr.	05079002
2	116	Endschalter pneumatisch	Limit switch pneum.	Fins de course pneum.	05071301
1	150	HB 50	HB 50	HB 50	05880802
1	151	HB 50 E	HB 50 E	HB 50 E	05880805
1	152	Luftanschluss	Air connection	Raccord d'air	05887501
1	161	Typenschild	Ratings plate	Plaque signalétique	30004200
1	-	Betriebsanleitung	Technical Document	Dossier technique	03929901

# SUHNER®

DE

Drehzahlvarianten

GB

Speed selection

FR

Variations des vitesses

BEM 6 / 80 6 / 80 E 6 / 80 ST 6 / 80 E ST									
Drehzahl Speed Vitesse		J8	Best.-Nr. Order N°. N°. de cde.	Ø DIA	Best.-Nr. Order N°. N°. de cde.	Ø DIA	Best.-Nr. Order N°. N°. de cde.	Motor Motor Moteur	
50 Hz	60 Hz								
8000	9600	220 J8	50 582 01	30	50 582 02	80	50 582 08	0.37 / 0.44 kW 50 / 60 Hz 3'000 / 3'600 min <sup>-1</sup> N° 05881003	
6857	8228	220 J8	50 582 01	35	50 582 03	80	50 582 08		
6000	7200	220 J8	50 582 01	40	50 582 04	80	50 582 08		
5250	6300	220 J8	50 582 01	40	50 582 04	70	50 582 07		
4200	5040	220 J8	50 582 01	50	50 582 05	70	50 582 07		
3600	4320	220 J8	50 582 01	50	50 582 05	60	50 582 06		
3000	3600	220 J8	50 582 01	60	50 582 06	60	50 582 06		
2500	3000	220 J8	50 582 01	60	50 582 06	50	50 582 05		
2143	2572	220 J8	50 582 01	70	50 582 07	50	50 582 05		
1743	2057	220 J8	50 582 01	70	50 582 07	40	50 582 04		
1500	1800	220 J8	50 582 01	80	50 582 08	40	50 582 04		
1312	1575	220 J8	50 582 01	80	50 582 08	35	50 582 03		
1125	1350	220 J8	50 582 01	80	50 582 08	30	50 582 02		
4000	4800	220 J8	50 582 01	30	50 582 02	80	50 582 08	0.37 / 0.44 kW 50 / 60 Hz 1'500 / 1'800 min <sup>-1</sup> N° 05881004	
3428	4114	220 J8	50 582 01	35	50 582 03	80	50 582 08		
3000	3600	220 J8	50 582 01	40	50 582 04	80	50 582 08		
2625	3150	220 J8	50 582 01	40	50 582 04	70	50 582 07		
2100	2520	220 J8	50 582 01	50	50 582 05	70	50 582 07		
1800	2160	220 J8	50 582 01	50	50 582 05	60	50 582 06		
1500	1800	220 J8	50 582 01	60	50 582 06	60	50 582 06		
1250	1500	220 J8	50 582 01	60	50 582 06	50	50 582 05		
1071	1286	220 J8	50 582 01	70	50 582 07	50	50 582 05		
857	1028	220 J8	50 582 01	70	50 582 07	40	50 582 04		
750	900	220 J8	50 582 01	80	50 582 08	40	50 582 04		
656	787	220 J8	50 582 01	80	50 582 08	35	50 582 03		
562	675	220 J8	50 582 01	80	50 582 08	30	50 582 02		



Automation expert.

SUNNER

DE

GB

FR



## 12. Plan de coupe BEM 6-D

Pour positions supplémentaires voyez  
page 18-20





DE

Drehzahlvarianten

GB

Speed selection

FR

Variations des vitesses

f = Hz	Motor / Moteur N = min <sup>-1</sup>	i = 1:1	i = 1:4
50 Hz	2'900	2'900	11'600
60 Hz	3'500	3'500	14'000
50 Hz	1'450	1'450	5'800
60 Hz	1'750	1'750	7'000

Stückliste BEM 6-D

Parts list BEM 6-D

Liste de pièces BEM 6-D

Quan.	Pos.	Benennung	Description	Désignation	Art. No.
4	85	Lagernadel	Needle roller	Aiguille de palier	05063001
4	86	Distanzscheibe	Spacer washer	Rondelle de distance	01267901
4	87	Nadellager	Needle bearing	Roulement à aiguilles	02765104
1	88	Rillenkugellager	Deep-groove ball bearing	Roulement à billes	05063101
1	89	Sonnenrad	Sun wheel	Pignon central	05046201
4	91	Planetenrad	Planetary gear	Roue planétaire	05871001
1	92	Planetenträger	Sun wheel	Porte-satellites	05046701
1	93	Deckscheibe	Cover	Contreplaque	05046301
1	94	Zahnkranz-Gehäuse	Gear ring housing	Bollier couronne dentée	05046501
1	95	Distanzring	Spacer ring	Bague d'espacement	05046401
1	100	Getriebe	Gear unit	Réducteur	05046102
1	161	Typenschild	Ratings plate	Plaque signalétique	30004201
1	162	Zwischenflansch	Adapter flange	Bollier entretoise	05871701
1	163	Kupplung	Coupling	Accouplement	05871601
4	164	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760253
4	168	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760254
4	170	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760274
1	173	Gewindestift	Setscrew	Vis sans tête	04989342
1	174	Motor 0,37kW, 3000 min-1	Motor 0,37kW, 3000 min-1	Moteur 0,37kW, 3000 min-1	page 22
1	175	Motor 0,37kW, 1500 min-1	Motor 0,37kW, 1500 min-1	Moteur 0,37kW, 1500 min-1	page 22
1	180	Kupplung	Coupling driver	Accouplement	05871301
1	181	Zwischenflansch	Adapter flange	Bollier entretoise	05871801
1	182	Distanzscheibe	Spacer washer	Rondelle de distance	05871101
1	183	Sicherungsring	Retaining ring	Circlip	02766723
1	184	Stutzscheibe	Support plate	Baque d'appui	05063506
1	185	Pendelkugellager	Self aligning bearing	Roulement à billes à balanc.	02769416
1	186	Sicherungsring	Retaining ring	Circlip	02766313
1	187	Zwischenflansch	Adapter-flange	Bollier entretoise	05870901
1	188	Kupplung	Coupling	Accouplement	05871401
4	189	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760253

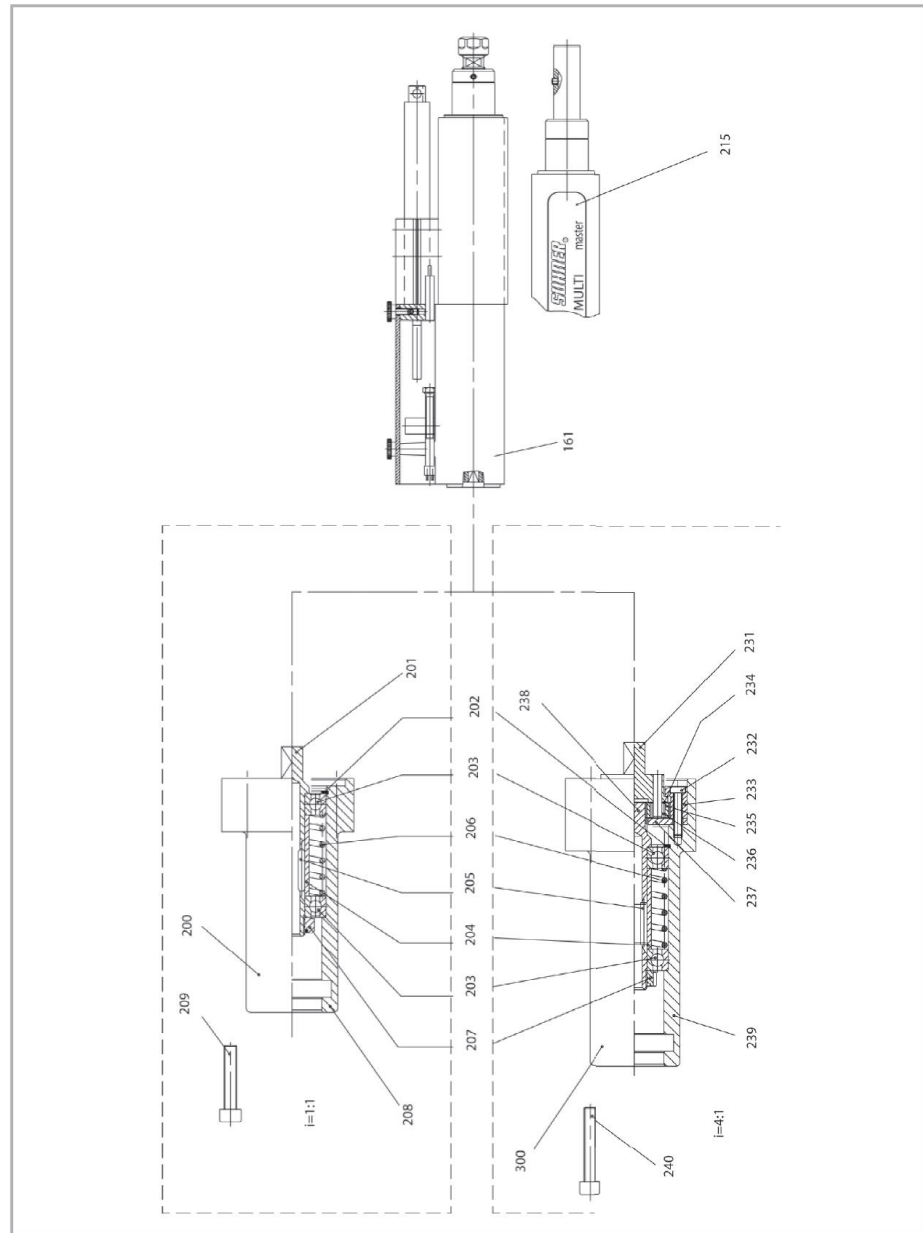
**SUHNER®**
**DE**
**13. Schnittbild BEW 6**

Weitere Positionen siehe Seite 18-23

**GB**
**13. Cross section BEW 6**

Further position see page 18-23

**FR**
**13. Plan de coupe BEW 6**

 Pour positions supplémentaires voyez  
page 18-23


DE

Stückliste BEW 6

GB

Parts list BEW 6

FR

Liste de pièces BEW t

Quan.	Pos.	Benennung	Description	Désignation	Art. No.
1	161	Typenschild	Ratings plate	Plaque signalétique	30004194
1	200	Gleitanschluss	Straight connection	Accouplement	05052501
1	201	Antriebswelle	Primary shaft	Arbre d'entraînement	05046901
1	202	Sicherungsring	Retaining ring	Circlip	02766222
2	203	Rillenkugellager	Deep-groove ball bearing	Roulement à billes	02766822
1	204	Distanzhülse	Spacer sleeve	Bague de distance	05045801
2	205	Lagernadel	Needle roller	Aiguille de palier	02777620
1	206	Druckfeder	Compression spring	Ressort de compression	05045701
1	207	Si-Mutter Elastic Stop	Elastic Stop lock nut	Ecrou de sécurité El Stop	02799003
1	208	Kupplungshals	Coupling sleeve	Raccord	05052601
2	209	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760255
4	215	Namenschild	Name plate	Plaque d'identité	05849902
1	231	Planetenträger	Sun wheel	Porte-satellites	05052801
2	232	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02756115
1	233	Innenzahnkranz	Internal gear	Couronne av. denture int.	05064101
4	234	Distanzscheibe	Spacer washer	Rondelle de distance	01265801
4	235	Zahnrad	Gearwheel	Roue dentée	02456501
4	236	Nadelkäfig	Needle cage	Cage à aiguilles	02765501
1	237	Anlaufscheibe	Thrust washer	Plaque de butée	05064001
1	238	Antriebswelle	Primary shaft	Arbre d'entraînement	05045901
1	239	Getriebehals	Gear collar	Raccord	05053101
4	240	Zylinderschraube	Hex socket	Vis à tête cylindrique	02760256
1	300	Getriebe	Gear	Boîte à vitesse	05052701



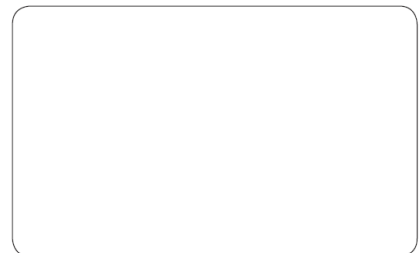
# Automation expert.

**SUHNER.**

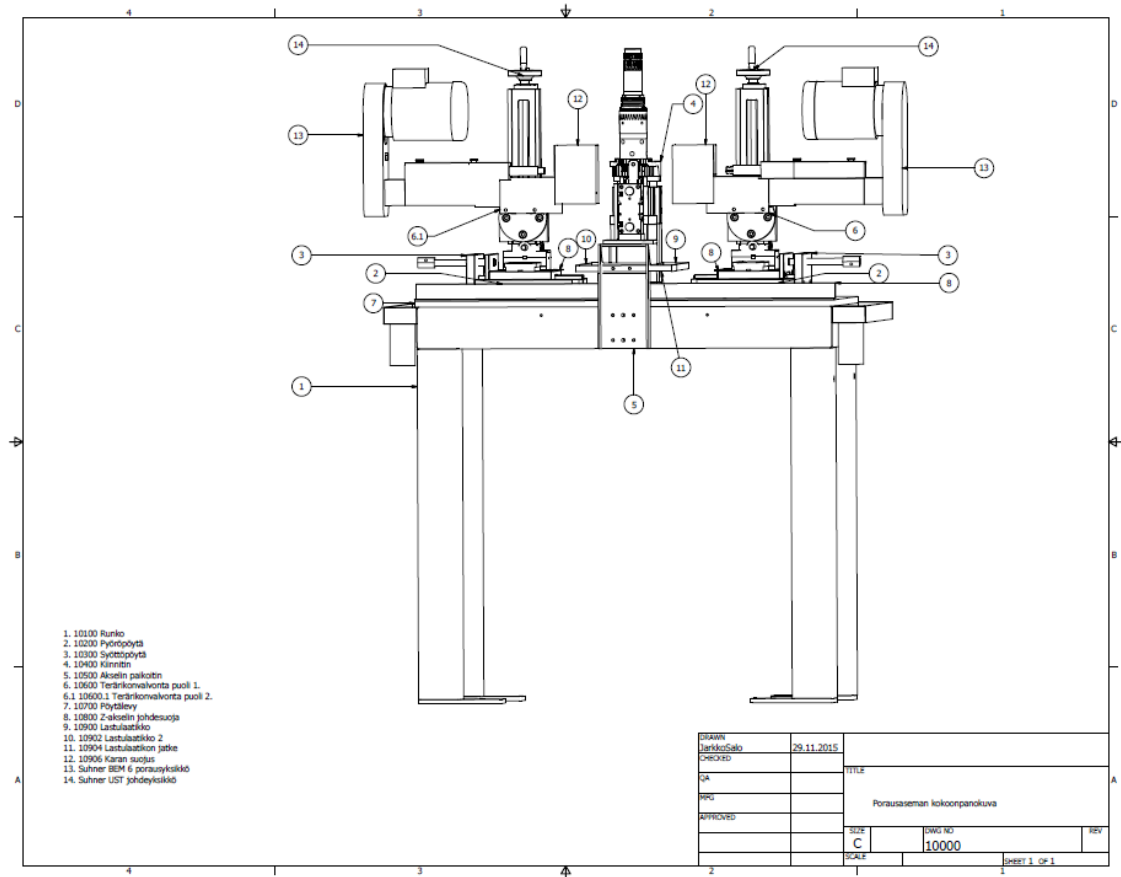
Änderungen vorbehalten!  
Modifications sous réserve !  
Subject to change!

Für künftige Verwendung aufbewahren!  
A lire et à conserver !  
Keep for further use!

OTTO SUHNER AG  
CH-5201 Brugg  
Phone +41(0)56 - 464 28 28  
Fax +41(0)56 - 464 28 32  
[www.suhner.com/automation](http://www.suhner.com/automation)  
e-mail: [Info@suhner.ch](mailto:Info@suhner.ch)



## Liite 2. Porausaseman kokoonpanokuva



### Liite 3. Porausaseman turvalaitteiden kokoonpanokuva

